OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO

ANNUARIO 1978

Tipografia Scuola Salesiana del Libro - Catania

1977

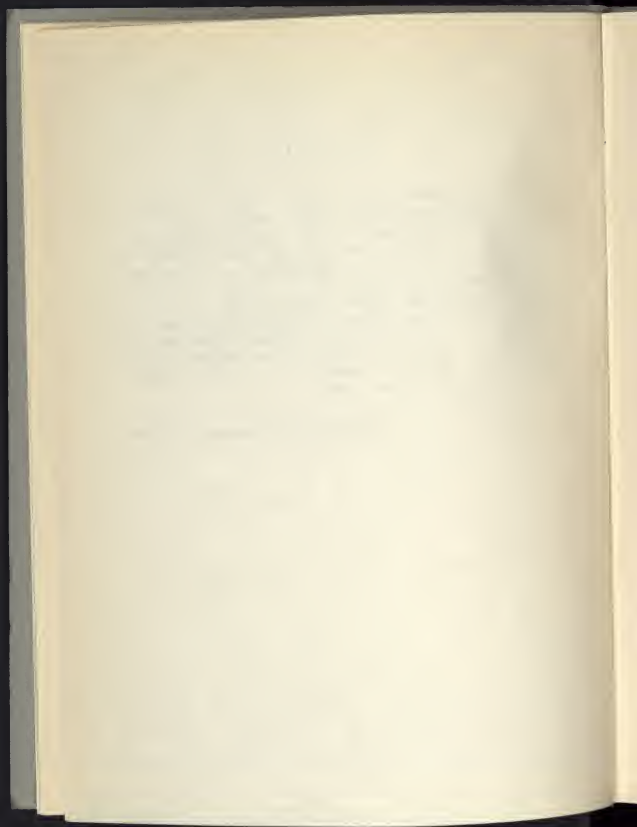
PREMESSA

Il presente Annuario continua anche per il 1978 la serie avviata nel 1968, e mantiene lo schema consueto.

I dati relativi al sorgere e tramontare del Sole e della Luna sono stati desunti anche questa volta dalle tabelle preparate a suo tempo dal prof. A. Kranjc, presso il centro di calcolo del C.N.E.N., sezione di Bologna.

Gli istanti di culminazione del Sole sono stati ricavati dalla Astronomical Ephemeris, a cura del sig. Antonio Di Battista.

Seguono la consueta relazione del direttore sull'attività dell'Osservatorio, nonché alcuni articoli, che speriamo possano interessare il lettore, cui rivolgiamo anche questa volta i nostri sinceri auguri per un sereno 1978.

L'Osservatorio Astronomico di Torino

CRONOLOGIA

L'anno 1978 corrisponde al 6691mo anno del periodo giuliano. In altre parole, alle ore 12 del 1° Gennaio 1978 comincerà il 2.443.509,5^{mo} giorno dall'inizio di questa cronologia, introdotta ad uso esclusivo degli astronomi per una più facile collocazione degli eventi celesti (G.G. = giorno giuliano).

Il 14 Gennaio comincerà l'anno del calendario giuliano (in vigore prima del calendario gregoriano) che sarà il 2731° dalla fondazione di Roma.

Il 2 Dicembre comincerà il 1399° anno dell'era maomettana (Egira).

Il 2 Ottobre comincerà l'anno 5739 del calendario ebraico moderno.

COMPUTO ECCLESIASTICO GREGORIANO

Lettera domenicale	A
Epatta	21
Numero d'oro (ciclo lunare)	III
Indizione romana	1
Ciclo solare	27

FESTE MOBILI

Settuagesima	22 Gennaio	Ascensione di N.S.	4 Maggio
Le Ceneri	8 Febbraio	Pentecoste	14 Maggio
Pasqua di Res.	26 Marzo	1ª Dom. dell'Avv.	3 Dicembre

Coordinate dell'Osservatorio astronomico di Torino
a Pino Torinese

(*Riflettore astrometrico REOSC*)

Longitudine . . $\lambda = 0^h\,31^m\,05^s{,}95$ Est (da Greenwich)
Latitudine . . . $\varphi = 45^\circ\,02'\,16''{,}3$ Nord
Quota . . . . . . $q = 622$ m sul livello del mare

Calendario ed effemeridi del sole e della luna

Le ore indicate nel presente annuario sono in Tempo Medio dell'Europa Centrale (T.M.E.C.). Nel periodo di applicazione dell'ora legale, si aggiunga un'ora ai tempi segnati.

Nota - I dati del sorgere e tramontare del Sole e della Luna sono calcolati per l'Osservatorio di Pino Torinese. Per ottenere, con sufficiente approssimazione, gli analoghi dati relativamente ai capoluoghi di provincia del Piemonte e della Val d'Aosta, si applichi la correzione Δ, riportata nell'ultima colonna della seguente tabella, arrotondando al minuto intero. Per avere l'istante della culminazione del Sole, occorre invece applicare il valore esatto della correzione stessa.

TABELLA

Capoluogo	Latitudine φ	Longitudine λ	Correzione Δ
Torino (Pal. Madama)	45°04'14"N	$0^h30^m44^s$E	$+0^m22^s$
Alessandria	44 51 51	0 34 27	—3 21
Aosta	45 44 15	0 29 16	+1 50
Asti	44 54 01	0 32 49	—1 43
Cuneo	44 23 33	0 30 12	+0 54
Novara	45 26 54	0 34 28	—3 22
Vercelli	45 19 46	0 33 41	—2 35

G E N N A I O

Data		G. G. 2443...	S O L E			L U N A	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	D	509.5	8^h08^m	$12^h32^m23^s.6$	16^h58^m	—	11^h35^m
2	L	510.5	8 08	12 32 51 .8	16 58	0^h10^m	12 05
3	M	511.5	8 08	12 33 19 .7	16 59	1 16	12 37
4	M	512.5	8 08	12 33 47 .2	17 00	2 25	13 13
5	G	513.5	8 07	12 34 14 .3	17 01	3 35	13 54
6	V	514.5	8 07	12 34 41 .0	17 02	4 45	14 43
7	S	515.5	8 07	12 35 07 .2	17 03	5 54	15 40
8	D	516.5	8 07	12 35 33 .0	17 05	6 57	16 45
9	L	517.5	8 07	12 35 58 .3	17 06	7 53	17 56
10	M	518.5	8 06	12 36 23 .0	17 07	8 41	19 10
11	M	519.5	8 06	12 36 47 .1	17 08	9 22	20 23
12	G	520.5	8 06	12 37 10 .7	17 09	9 58	21 34
13	V	521.5	8 05	12 37 33 .6	17 10	10 30	22 42
14	S	522.5	8 05	12 37 55 .8	17 12	11 01	23 48
15	D	523.5	8 04	12 38 17 .4	17 13	11 31	—
16	L	524.5	8 04	12 38 38 .3	17 14	12 01	0 51
17	M	525.5	8 03	12 38 58 .5	17 15	12 33	1 52
18	M	526.5	8 02	12 39 18 .0	17 17	13 08	2 51
19	G	527.5	8 02	12 39 36 .7	17 18	13 45	3 47
20	V	528.5	8 01	12 39 54 .7	17 19	14 28	4 41
21	S	529.5	8 00	12 40 11 .9	17 21	15 14	5 31
22	D	530.5	7 59	12 40 28 .4	17 22	16 05	6 16
23	L	531.5	7 58	12 40 44 .0	17 23	16 59	6 58
24	M	532.5	7 58	12 40 58 .9	17 25	17 56	7 36
25	M	533.5	7 57	12 41 13 .0	17 26	18 56	8 10
26	G	534.5	7 56	12 41 26 .3	17 27	19 57	8 41
27	V	535.5	7 55	12 41 38 .8	17 29	20 59	9 11
28	S	536.5	7 54	12 41 50 .6	17 30	22 02	9 40
29	D	537.5	7 53	12 42 01 .5	17 32	23 07	10 09
30	L	538.5	7 52	12 42 11 .6	17 33	—	10 40
31	M	539.5	7 50	12 42 20 .9	17 34	0 13	11 13

Terra al perielio il 2 a 0^h.

Fasi lunari: **U. Q.** il 2 a $13^h\ 7^m$ — **P. Q.** il 16 a $4^h\ 3^m$
L. N. il 9 a $5^h\ 0^m$ — **L. P.** il 24 a $8^h\ 55^m$

Luna perigea l'8 a 13^h; apogea il 21 a 3^h.
Il sole entra nel segno dell'Acquario il 20 a 11^h5^m.
Il crepuscolo civile dura 33^m all'inizio e 30^m alla fine del mese.

FEBBRAIO

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	540.5	7h49m	12h42m29s.4	17h36m	1h20m	11h51m
2	G	541.5	7 48	12 42 37 .2	17 37	2 28	12 35
3	V	542.5	7 47	12 42 44 .1	17 39	3 35	13 26
4	S	543.5	7 46	12 42 50 .2	17 40	4 38	14 25
5	D	544.5	7 44	12 42 55 .6	17 42	5 36	15 31
6	L	545.5	7 43	12 43 00 .1	17 43	6 28	16 42
7	M	546.5	7 42	12 43 03 .8	17 44	7 12	17 55
8	M	547.5	7 41	12 43 06 .8	17 46	7 52	19 08
9	G	548.5	7 39	12 43 08 .9	17 47	8 27	20 20
10	V	549.5	7 38	12 43 10 .3	17 49	8 59	21 29
11	S	550.5	7 36	12 43 10 .8	17 50	9 30	22 35
12	D	551.5	7 35	12 43 10 .6	17 52	10 01	23 38
13	L	552.5	7 33	12 43 09 .6	17 53	10 33	—
14	M	553.5	7 32	12 43 07 .9	17 54	11 07	0 40
15	M	554.5	7 30	12 43 05 .4	17 56	11 44	1 38
16	G	555.5	7 29	12 43 02 .1	17 57	12 25	2 33
17	V	556.5	7 27	12 42 58 .1	17 59	13 10	3 24
18	S	557.5	7 26	12 42 53 .4	18 00	13 58	4 11
19	D	558.5	7 24	12 42 48 .0	18 01	14 51	4 55
20	L	559.5	7 23	12 42 41 .9	18 03	15 47	5 34
21	M	560.5	7 21	12 42 35 .1	18 04	16 46	6 10
22	M	561.5	7 19	12 42 27 .8	18 06	17 47	6 43
23	G	562.5	7 18	12 42 19 .7	18 07	18 50	7 14
24	V	563.5	7 16	12 42 11 .1	18 08	19 54	7 43
25	S	564.5	7 14	12 42 01 .9	18 10	20 59	8 13
26	D	565.5	7 13	12 41 52 .1	18 11	22 05	8 44
27	L	566.5	7 11	12 41 41 .7	18 13	23 12	9 17
28	M	567.5	7 09	12 41 30 .8	18 14	—	9 53

Fasi lunari { **U. Q.** l' 1 a 0h51m — **L. N.** il 7 a 15h54m — **P. Q.** il 14 a 23h11m — **L. P.** il 23 a 2h26m

Luna perigea il 5 a 22h; apogea il 17 a 19h.
Il sole entra nel segno dei Pesci il 19 a 1h22m.
Il crepuscolo civile dura 30m all'inizio e 29m alla fine del mese.

MARZO

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	568.5	7h07m	12h41m19s.4	18h15m	0h19m	10h34m
2	G	569.5	7 06	12 41 07 .6	18 17	1 25	11 21
3	V	570.5	7 04	12 40 55 .2	18 18	2 28	12 16
4	S	571.5	7 02	12 40 42 .4	18 19	3 26	13 17
5	D	572.5	7 00	12 40 29 .1	18 21	4 18	14 23
6	L	573.5	6 58	12 40 15 .5	18 22	5 05	15 33
7	M	574.5	6 57	12 40 01 .4	18 23	5 45	16 45
8	M	575.5	6 55	12 39 47 .0	18 25	6 22	17 56
9	G	576.5	6 53	12 39 32 .2	18 26	6 55	19 06
10	V	577.5	6 51	12 39 17 .0	18 27	7 27	20 14
11	S	578.5	6 49	12 39 01 .5	18 29	7 59	21 20
12	D	579.5	6 48	12 38 45 .6	18 30	8 31	22 24
13	L	580.5	6 46	12 38 29 .4	18 31	9 05	23 24
14	M	581.5	6 44	12 38 13 .0	18 33	9 41	—
15	M	582.5	6 42	12 37 56 .3	18 34	10 20	0 22
16	G	583.5	6 40	12 37 39 .3	18 35	11 04	1 15
17	V	584.5	6 38	12 37 22 .1	18 36	11 51	2 05
18	S	585.5	6 36	12 37 04 .7	18 38	12 42	2 49
19	D	586.5	6 34	12 36 47 .1	18 39	13 37	3 30
20	L	587.5	6 33	12 36 29 .3	18 40	14 34	4 07
21	M	588.5	6 31	12 36 11 .4	18 42	15 34	4 41
22	M	589.5	6 29	12 35 53 .4	18 43	16 36	5 13
23	G	590.5	6 27	12 35 35 .2	18 44	17 40	5 43
24	V	591.5	6 25	12 35 17 .0	18 46	18 46	6 14
25	S	592.5	6 23	12 34 58 .7	18 47	19 53	6 45
26	D	593.5	6 21	12 34 40 .4	18 48	21 01	7 17
27	L	594.5	6 19	12 34 22 .1	18 49	22 10	7 53
28	M	595.5	6 18	12 34 03 .8	18 51	23 18	8 33
29	M	596.5	6 16	12 33 45 .6	18 52	—	9 19
30	G	597.5	6 14	12 33 27 .4	18 53	0 22	10 12
31	V	598.5	6 12	12 33 09 .3	18 54	1 22	11 10

Fasi lunari { **U. Q.** il 2 a 9h34m — **L. N.** il 9 a 3h36m — **U. Q.** il 31 a 16h11m — **P. Q.** il 16 a 19h21m — **L. P.** il 24 a 17h20m

Luna perigea il 5 a 18h e il 31 a 6h; apogea il 17 a 15h.
Il sole entra nel segno dell'Ariete il 21 a 0h34m (inizio della primavera).
Il crepuscolo civile dura circa 28 minuti per tutto il mese.

APRILE

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	S	599.5	6^h10^m	$12^h32^m51^s.3$	18^h56^m	2^h15^m	12^h14^m
2	D	600.5	6 08	12 32 33 .5	18 57	3 02	13 21
3	L	601.5	6 06	12 32 15 .8	18 58	3 43	14 31
4	M	602.5	6 04	12 31 58 .2	19 00	4 20	15 40
5	M	603.5	6 03	12 31 40 .8	19 01	4 54	16 49
6	G	604.5	6 01	12 31 23 .7	19 02	5 25	17 56
7	V	605.5	5 59	12 31 06 .7	19 03	5 56	19 03
8	S	606.5	5 57	12 30 49 .9	19 05	6 28	20 07
9	D	607.5	5 55	12 30 33 .4	19 06	7 01	21 10
10	L	608.5	5 54	12 30 17 .1	19 07	7 37	22 09
11	M	609.5	5 52	12 30 01 .8	19 08	8 15	23 05
12	M	610.5	5 50	12 29 45 .3	19 10	8 57	23 57
13	G	611.5	5 48	12 29 29 .9	19 11	9 43	—
14	V	612.5	5 46	12 29 14 .7	19 12	10 33	0 44
15	S	613.5	5 45	12 28 59 .9	19 13	11 26	1 26
16	D	614.5	5 43	12 28 45 .4	19 15	12 21	2 04
17	L	615.5	5 41	12 28 31 .2	19 16	13 20	2 39
18	M	616.5	5 39	12 28 17 .4	19 17	14 20	3 11
19	M	617.5	5 38	12 28 04 .0	19 19	15 23	3 42
20	G	618.5	5 36	12 27 51 .0	19 20	16 28	4 12
21	V	619.5	5 34	12 27 38 .4	19 21	17 35	4 42
22	S	620.5	5 33	12 27 26 .2	19 22	18 43	5 14
23	D	621.5	5 31	12 27 14 .5	19 24	19 54	5 49
24	L	622.5	5 29	12 27 03 .2	19 25	21 04	6 28
25	M	623.5	5 28	12 26 52 .4	19 26	22 12	7 13
26	M	624.5	5 26	12 26 42 .1	19 27	23 16	8 05
27	G	625.5	5 25	12 26 32 .3	19 29	—	9 03
28	V	626.5	5 23	12 26 23 .0	19 30	0 12	10 06
29	S	627.5	5 21	12 26 14 .3	19 31	1 02	11 13
30	D	628.5	5 20	12 26 06 .1	19 32	1 45	12 22

Fasi lunari { **L. N.** il 7 a 16^h15^m — **L. P.** il 23 a 5^h11^m
P. Q. il 15 a 14^h56^m — **U. Q.** il 29 a $22^h\ 2^m$

Luna apogea il 14 a 11^h; perigea il 26 a 9^h.
Il sole entra nel segno del Toro il 20 a 11^h50^m.
Il crepuscolo civile dura 28^m all'inizio e 31^m alla fine del mese.

Data		G. G. 2443...	SOLE sorge	SOLE culmina	SOLE tramonta	LUNA sorge	LUNA tramonta
1	L	629.5	5^h18^m	$12^h25^m58^s.4$	19^h34^m	2^h22^m	13^h31^m
2	M	630.5	5 17	12 25 51 .3	19 35	2 56	14 39
3	M	631.5	5 16	12 25 44 .8	19 36	3 27	15 45
4	G	632.5	5 14	12 25 38 .8	19 37	3 58	16 51
5	V	633.5	5 13	12 25 33 .4	19 39	4 28	17 55
6	S	634.5	5 11	12 25 28 .6	19 40	5 00	18 58
7	D	635.5	5 10	12 25 24 .3	19 41	5 34	19 58
8	L	636.5	5 09	12 25 20 .6	19 42	6 11	20 56
9	M	637.5	5 07	12 25 17 .5	19 43	6 52	21 49
10	M	638.5	5 06	12 25 14 .9	19 45	7 36	22 39
11	G	639.5	5 05	12 25 12 .9	19 46	8 24	23 23
12	V	640.5	5 03	12 25 11 .4	19 47	9 16	—
13	S	641.5	5 02	12 25 10 .5	19 48	10 11	0 03
14	D	642.5	5 01	12 25 10 .2	19 49	11 07	0 39
15	L	643.5	5 00	12 25 10 .4	19 50	12 06	1 11
16	M	644.5	4 59	12 25 11 .2	19 52	13 07	1 42
17	M	645.5	4 58	12 25 12 .5	19 53	14 09	2 11
18	G	646.5	4 57	12 25 14 .3	19 54	15 14	2 41
19	V	647.5	4 56	12 25 16 .7	19 55	16 21	3 11
20	S	648.5	4 55	12 25 19 .6	19 56	17 31	3 44
21	D	649.5	4 54	12 25 23 .1	19 57	18 42	4 21
22	L	650.5	4 53	12 25 27 .0	19 58	19 53	5 03
23	M	651.5	4 52	12 25 31 .6	19 59	21 01	5 52
24	M	652.5	4 51	12 25 36 .0	20 00	22 03	6 49
25	G	653.5	4 50	12 25 42 .1	20 01	22 57	7 52
26	V	654.5	4 49	12 25 48 .2	20 02	23 44	9 01
27	S	655.5	4 49	12 25 54 .8	20 03	—	10 11
28	D	656.5	4 48	12 26 01 .8	20 04	0 24	11 22
29	L	657.5	4 47	12 26 09 .4	20 05	1 00	12 31
30	M	658.5	4 46	12 26 17 .4	20 06	1 32	13 38
31	M	659.5	4 46	12 26 25 .8	20 07	2 02	14 43

Fasi lunari: **L. N.** il 7 a 5^h47^m — **L. P.** il 22 a 14^h17^m — **P. Q.** il 15 a 8^h39^m — **U. Q.** il 29 a 4^h30^m

Luna apogea il 12 a 5^h; perigea il 24 a 6^h.
Il sole entra nel segno dei Gemelli il 21 a 11^h9^m.
Il crepuscolo civile dura 31^m all'inizio e 36^m alla fine del mese.

GIUGNO

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	G	660.5	4h45m	12h26m34s.7	20h08m	2h32m	15h47m
2	V	661.5	4 45	12 26 44 .0	20 09	3 03	16 50
3	S	662.5	4 44	12 26 53 .8	20 09	3 35	17 50
4	D	663.5	4 44	12 27 03 .8	20 10	4 11	18 48
5	L	664.5	4 43	12 27 14 .3	20 11	4 49	19 43
6	M	665.5	4 43	12 27 25 .0	20 12	5 32	20 34
7	M	666.5	4 43	12 27 36 .1	20 12	6 18	21 21
8	G	667.5	4 42	12 27 47 .5	20 13	7 09	22 02
9	V	668.5	4 42	12 27 59 .1	20 14	8 02	22 40
10	S	669.5	4 42	12 28 11 .0	20 14	8 58	23 13
11	D	670.5	4 42	12 28 23 .0	20 15	9 56	23 44
12	L	671.5	4 41	12 28 35 .3	20 16	10 55	—
13	M	672.5	4 41	12 28 47 .7	20 16	11 55	0 13
14	M	673.5	4 41	12 29 00 .3	20 17	12 58	0 42
15	G	674.5	4 41	12 29 13 .0	20 17	14 02	1 11
16	V	675.5	4 41	12 29 25 .8	20 17	15 09	1 41
17	S	676.5	4 41	12 29 38 .7	20 18	16 18	2 15
18	D	677.5	4 41	12 29 51 .6	20 18	17 29	2 53
19	L	678.5	4 41	12 30 04 .5	20 19	18 39	3 38
20	M	679.5	4 42	12 30 17 .5	20 19	19 45	4 31
21	M	680.5	4 42	12 30 30 .5	20 19	20 45	5 32
22	G	681.5	4 42	12 30 43 .4	20 19	21 37	6 40
23	V	682.5	4 42	12 30 56 .3	20 19	22 22	7 52
24	S	683.5	4 42	12 31 09 .2	20 20	23 00	9 05
25	D	684.5	4 43	12 31 22 .0	20 20	23 35	10 17
26	L	685.5	4 43	12 31 34 .7	20 20	—	11 27
27	M	686.5	4 44	12 31 47 .2	20 20	0 06	12 35
28	M	687.5	4 44	12 31 59 .6	20 20	0 37	13 40
29	G	688.5	4 44	12 32 11 .9	20 20	1 07	14 43
30	V	689.5	4 45	12 32 23 .9	20 20	1 39	15 44

Fasi lunari { **L. N.** il 5 a 20h 1m — **P. Q.** il 13 a 23h44m — **L. P.** il 20 a 21h30m — **U. Q.** il 27 a 12h44m

Luna apogea l'8 a 19h; perigea il 21 a 13h.
Il sole entra nel segno del Cancro il 21 a 19h10m (inizio dell'estate).
Il crepuscolo civile dura 36m all'inizio e 37m alla fine del mese.

LUGLIO

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	S	690.5	4h46m	12h32m35s.8	20h19m	2h13m	16h43m
2	D	691.5	4 46	12 32 47 .4	20 19	2 50	17 39
3	L	692.5	4 47	12 32 58 .7	20 19	3 30	18 31
4	M	693.5	4 47	12 33 09 .8	20 19	4 15	19 19
5	M	694.5	4 48	12 33 20 .5	20 18	5 04	20 02
6	G	695.5	4 49	12 33 30 .9	20 18	5 57	20 41
7	V	696.5	4 49	12 33 40 .9	20 18	6 52	21 16
8	S	697.5	4 50	12 33 50 .6	20 17	7 49	21 48
9	D	698.5	4 51	12 33 59 .8	20 17	8 47	22 17
10	L	699.5	4 52	12 34 08 .7	20 16	9 47	22 46
11	M	700.5	4 52	12 34 17 .0	20 16	10 47	23 14
12	M	701.5	4 53	12 34 25 .0	20 15	11 49	23 43
13	G	702.5	4 54	12 34 32 .4	20 15	12 53	—
14	V	703.5	4 55	12 34 39 .4	20 14	13 59	0 14
15	S	704.5	4 56	12 34 45 .8	20 13	15 07	0 49
16	D	705.5	4 57	12 34 51 .7	20 13	16 16	1 29
17	L	706.5	4 58	12 34 57 .1	20 12	17 23	2 16
18	M	707.5	4 59	12 35 02 .0	20 11	18 26	3 11
19	M	708.5	5 00	12 35 06 .3	20 10	19 23	4 15
20	G	709.5	5 01	12 35 10 .0	20 09	20 12	5 26
21	V	710.5	5 02	12 35 13 .2	20 09	20 55	6 40
22	S	711.5	5 03	12 35 15 .9	20 08	21 33	7 55
23	D	712.5	5 04	12 35 18 .0	20 07	22 07	9 08
24	L	713.5	5 05	12 35 19 .5	20 06	22 39	10 19
25	M	714.5	5 06	12 35 20 .4	20 05	23 10	11 28
26	M	715.5	5 07	12 35 20 .8	20 04	23 42	12 33
27	G	716.5	5 08	12 35 20 .6	20 02	—	13 36
28	V	717.5	5 09	12 35 19 .8	20 01	0 15	14 36
29	S	718.5	5 10	12 35 18 .5	20 00	0 51	15 33
30	D	719.5	5 11	12 35 16 .5	19 59	1 31	16 27
31	L	720.5	5 13	12 35 14 .0	19 58	2 14	17 16

Fasi lunari { **L. N.** il 5 a 10h50m — **L. P.** il 20 a 4h 5m
P. Q. il 13 a 11h49m — **U. Q.** il 26 a 23h31m

Terra all'afelio il 6 a 1h.
Luna apogea il 7 a 1h; perigea il 19 a 22h.
Il sole entra nel segno del Leone il 23 a 6h1m.
Il crepuscolo civile dura 37m all'inizio e 35m alla fine del mese.

AGOSTO

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	721.5	5^h14^m	$12^h35^m10^s.8$	19^h57^m	3^h01^m	18^h01^m
2	M	722.5	5 15	12 35 07 .1	19 55	3 52	18 41
3	G	723.5	5 16	12 35 02 .8	19 54	4 46	19 18
4	V	724.5	5 17	12 34 57 .8	19 53	5 43	19 51
5	S	725.5	5 18	12 34 52 .3	19 51	6 41	20 21
6	D	726.5	5 19	12 34 46 .1	19 50	7 40	20 50
7	L	727.5	5 21	12 34 39 .4	19 49	8 41	21 18
8	M	728.5	5 22	12 34 32 .0	19 47	9 42	21 47
9	M	729.5	5 23	12 34 24 .0	19 46	10 44	22 17
10	G	730.5	5 24	12 34 15 .5	19 44	11 48	22 49
11	V	731.5	5 25	12 34 06 .4	19 43	12 54	23 26
12	S	732.5	5 27	12 33 56 .6	19 41	14 00	—
13	D	733.5	5 28	12 33 46 .3	19 40	15 06	0 09
14	L	734.5	5 29	12 33 35 .4	19 38	16 09	0 58
15	M	735.5	5 30	12 33 24 .0	19 37	17 07	1 56
16	M	736.5	5 31	12 33 12 .0	19 35	17 59	3 02
17	G	737.5	5 32	12 32 59 .5	19 33	18 45	4 13
18	V	738.5	5 34	12 32 46 .4	19 32	19 26	5 28
19	S	739.5	5 35	12 32 32 .9	19 30	20 02	6 43
20	D	740.5	5 36	12 32 18 .9	19 29	20 36	7 56
21	L	741.5	5 37	12 32 04 .4	19 27	21 09	9 08
22	M	742.5	5 38	12 31 49 .4	19 25	21 41	10 16
23	M	743.5	5 40	12 31 34 .1	19 23	22 15	11 22
24	G	744.5	5 41	12 31 18 .3	19 22	22 51	12 25
25	V	745.5	5 42	12 31 02 .1	19 20	23 29	13 24
26	S	746.5	5 43	12 30 45 .5	19 18	—	14 20
27	D	747.5	5 44	12 30 28 .5	19 17	0 11	15 11
28	L	748.5	5 46	12 30 11 .2	19 15	0 57	15 58
29	M	749.5	5 47	12 29 53 .5	19 13	1 47	16 40
30	M	750.5	5 48	12 29 35 .5	19 11	2 40	17 18
31	G	751.5	5 49	12 29 17 .1	19 09	3 36	17 52

Fasi lunari { **L. N.** il 4 a 2^h1^m — **P. Q.** l'11 a 21^h6^m — **L. P.** il 18 a 11^h14^m — **U. Q.** il 25 a 13^h18^m

Luna apogea il 2 a 4^h e il 29 a 14^h; perigea il 17 a 7^h.
Il sole entra nel segno della Vergine il 23 a 12^h51^m.
Il crepuscolo civile dura 35^m all'inizio e 30^m alla fine del mese.

SETTEMBRE

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	V	752.5	5^h50^m	$12^h28^m58^s.4$	19^h08^m	4^h34^m	18^h24^m
2	S	753.5	5 52	12 28 39 .5	19 06	5 33	18 54
3	D	754.5	5 53	12 28 20 .3	19 04	6 33	19 22
4	L	755.5	5 54	12 28 00 .8	19 02	7 35	19 51
5	M	756.5	5 55	12 27 41 .0	19 00	8 38	20 21
6	M	757.5	5 56	12 27 21 .0	18 58	9 41	20 52
7	G	758.5	5 58	12 27 00 .8	18 56	10 46	21 28
8	V	759.5	5 59	12 26 40 .3	18 55	11 51	22 07
9	S	760.5	6 00	12 26 19 .7	18 53	12 56	22 53
10	D	761.5	6 01	12 25 58 .9	18 51	13 58	23 46
11	L	762.5	6 02	12 25 38 .0	18 49	14 57	—
12	M	763.5	6 04	12 25 16 .9	18 47	15 49	0 47
13	M	764.5	6 05	12 24 55 .7	18 45	16 37	1 53
14	G	765.5	6 06	12 24 34 .4	18 43	17 19	3 05
15	V	766.5	6 07	12 24 13 .0	18 41	17 56	4 18
16	S	767.5	6 08	12 23 51 .6	18 39	18 31	5 31
17	D	768.5	6 09	12 23 30 .1	18 37	19 04	6 44
18	L	769.5	6 11	12 23 08 .7	18 36	19 37	7 55
19	M	770.5	6 12	12 22 47 .3	18 34	20 11	9 03
20	M	771.5	6 13	12 22 25 .9	18 32	20 47	10 09
21	G	772.5	6 14	12 22 04 .6	18 30	21 25	11 11
22	V	773.5	6 16	12 21 43 .4	18 28	22 06	12 10
23	S	774.5	6 17	12 21 22 .4	18 26	22 51	13 03
24	D	775.5	6 18	12 21 01 .4	18 24	23 40	13 52
25	L	776.5	6 19	12 20 40 .6	18 22	—	14 36
26	M	777.5	6 20	12 20 20 .1	18 20	0 32	15 16
27	M	778.5	6 22	12 19 59 .7	18 18	1 27	15 52
28	G	779.5	6 23	12 19 39 .5	18 16	2 24	16 24
29	V	780.5	6 24	12 19 19 .5	18 15	3 22	16 55
30	S	781.5	6 25	12 18 59 .8	18 13	4 23	17 24

Fasi lunari { **L. N.** il 2 a $17^h\ 9^m$ **P. Q.** il 10 a 4^h20^m **L. P.** il 16 a 20^h1^m **U. Q.** il 24 a 6^h7^m

Luna perigea il 14 a 11^h; apogea il 26 a 7^h.
Il sole entra nel segno della Bilancia il 23 a 10^h26^m (inizio dell'autunno).
Il crepuscolo civile dura 30^m all'inizio e 29^m alla fine del mese.

OTTOBRE

Data		G. G. 2443...	SOLE sorge	SOLE culmina	SOLE tramonta	LUNA sorge	LUNA tramonta
1	D	782.5	6h26m	12h18m40s.4	18h11m	5h24m	17h53m
2	L	783.5	6 28	12 18 21 .3	18 09	6 27	18 23
3	M	784.5	6 29	12 18 02 .5	18 07	7 32	18 54
4	M	785.5	6 30	12 17 44 .0	18 05	8 38	19 29
5	G	786.5	6 32	12 17 25 .8	18 03	9 44	20 07
6	V	787.5	6 33	12 17 08 .0	18 01	10 49	20 49
7	S	788.5	6 34	12 16 50 .6	18 00	11 53	21 42
8	D	789.5	6 35	12 16 33 .5	17 58	12 52	22 40
9	L	790.5	6 36	12 16 16 .9	17 56	13 45	23 43
10	M	791.5	6 38	12 16 00 .6	17 54	14 33	—
11	M	792.5	6 39	12 15 44 .9	17 52	15 15	0 51
12	G	793.5	6 40	12 15 29 .5	17 50	15 53	2 01
13	V	794.5	6 42	12 15 14 .7	17 49	16 28	3 12
14	S	795.5	6 43	12 15 00 .4	17 47	17 01	4 23
15	D	796.5	6 44	12 14 46 .6	17 45	17 34	5 34
16	L	797.5	6 45	12 14 33 .3	17 43	18 07	6 43
17	M	798.5	6 47	12 14 20 .7	17 42	18 42	7 50
18	M	799.5	6 48	12 14 08 .6	17 40	19 19	8 55
19	G	800.5	6 49	12 13 57 .2	17 38	19 58	9 56
20	V	801.5	6 51	12 13 46 .4	17 37	20 43	10 53
21	S	802.5	6 52	12 13 36 .2	17 35	21 31	11 45
22	D	803.5	6 53	12 13 26 .7	17 33	22 22	12 31
23	L	804.5	6 55	12 13 17 .9	17 32	23 16	13 13
24	M	805.5	6 56	12 13 09 .8	17 30	—	13 50
25	M	806.5	6 57	12 13 02 .4	17 28	0 12	14 24
26	G	807.5	6 59	12 12 55 .8	17 27	1 09	14 55
27	V	808.5	7 00	12 12 49 .9	17 25	2 09	15 24
28	S	809.5	7 02	12 12 44 .8	17 24	3 10	15 53
29	D	810.5	7 03	12 12 40 .4	17 22	4 12	16 22
30	L	811.5	7 04	12 12 36 .8	17 21	5 17	16 53
31	M	812.5	7 06	12 12 34 .0	17 19	6 23	17 26

Fasi lunari { **L. N.** il 2 a 7h41m; **P. Q.** il 9 a 10h38m; **L. P.** il 16 a 7h 9m; **U. Q.** il 24 a 1h34m; **L. N.** il 31 a 21h 6m

Luna perigea l'11 a 17h; apogea il 24 a 2h.
Il sole entra nel segno dello Scorpione il 23 a 16h58m.
Il crepuscolo civile dura 29m all'inizio e 31m alla fine del mese.

NOVEMBRE

Data		G. G. 2443...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	813.5	7^h07^m	$12^h12^m31^s.9$	17^h18^m	7^h30^m	18^h04^m
2	G	814.5	7 08	12 12 30 .7	17 16	8 38	18 47
3	V	815.5	7 10	12 12 30 .3	17 15	9 45	19 37
4	S	816.5	7 11	12 12 30 .6	17 14	10 47	20 33
5	D	817.5	7 13	12 12 31 .8	17 12	11 43	21 35
6	L	818.5	7 14	12 12 33 .8	17 11	12 33	22 42
7	M	819.5	7 15	12 12 36 .8	17 10	13 17	23 51
8	M	820.5	7 17	12 12 40 .2	17 09	13 55	—
9	G	821.5	7 18	12 12 44 .3	17 07	14 30	1 01
10	V	822.5	7 19	12 12 49 .9	17 06	15 02	2 11
11	S	823.5	7 21	12 12 56 .0	17 05	15 34	3 20
12	D	824.5	7 22	12 13 02 .9	17 04	16 05	4 28
13	L	825.5	7 24	12 13 10 .7	17 03	16 39	5 34
14	M	826.5	7 25	12 13 19 .3	17 02	17 14	6 39
15	M	827.5	7 26	12 13 28 .8	17 01	17 53	7 42
16	G	828.5	7 28	12 13 39 .1	17 00	18 35	8 41
17	V	829.5	7 29	12 13 50 .2	16 59	19 22	9 36
18	S	830.5	7 30	12 14 02 .2	16 58	20 12	10 26
19	D	831.5	7 32	12 14 15 .0	16 57	21 05	11 10
20	L	832.5	7 33	12 14 28 .7	16 56	22 00	11 49
21	M	833.5	7 34	12 14 43 .2	16 55	22 57	12 24
22	M	834.5	7 36	12 14 58 .5	16 54	23 55	12 55
23	G	835.5	7 37	12 15 14 .7	16 54	—	13 25
24	V	836.5	7 38	12 15 31 .6	16 53	0 54	13 53
25	S	837.5	7 40	12 15 49 .4	16 52	1 55	14 21
26	D	838.5	7 41	12 16 07 .9	16 52	2 58	14 50
27	L	839.5	7 42	12 16 27 .1	16 51	4 03	15 22
28	M	840.5	7 43	12 16 47 .1	16 51	5 10	15 57
29	M	841.5	7 45	12 17 07 .8	16 50	6 18	16 38
30	G	842.5	7 46	12 17 29 .2	16 50	7 27	17 25

Fasi lunari { **P. Q.** il 7 a 1^h34^m — **U. Q.** il 22 a 18^h41^m
L. P. il 14 a 13^h31^m — **L. N.** il 29 a 20^h36^m

Luna perigea il 5 a 13^h; apogea il 20 a 23^h.
Il sole entra nel segno del Sagittario il 22 a 17^h6^m.
Il crepuscolo civile dura 31^m all'inizio e 33^m alla fine del mese.

DICEMBRE

Data		G. G. 2443...	SOLE sorge	SOLE culmina	SOLE tramonta	LUNA sorge	LUNA tramonta
1	V	843.5	7^h47^m	$12^h17^m51^s.3$	16^h49^m	8^h34^m	18^h20^m
2	S	844.5	7 48	12 18 14 .0	16 49	9 35	19 22
3	D	845.5	7 49	12 18 37 .4	16 48	10 29	20 30
4	L	846.5	7 50	12 19 01 .3	16 48	11 17	21 40
5	M	847.5	7 51	12 19 25 .8	16 48	11 58	22 52
6	M	848.5	7 52	12 19 50 .8	16 48	12 34	—
7	G	849.5	7 53	12 20 16 .3	16 48	13 07	0 02
8	V	850.5	7 54	12 20 42 .4	16 47	13 38	1 11
9	S	851.5	7 55	12 21 08 .8	16 47	14 09	2 19
10	D	852.5	7 56	12 21 35 .7	16 47	14 40	3 25
11	L	853.5	7 57	12 21 03 .0	16 47	15 14	4 29
12	M	854.5	7 58	12 22 30 .7	16 47	15 51	5 32
13	M	855.5	7 59	12 22 58 .7	16 47	16 31	6 32
14	G	856.5	8 00	12 23 27 .0	16 48	17 15	7 28
15	V	857.5	8 00	12 23 55 .7	16 48	18 04	8 20
16	S	858.5	8 01	12 24 24 .6	16 48	18 56	9 06
17	D	859.5	8 02	12 24 53 .7	16 48	19 50	9 47
18	L	860.5	8 03	12 25 23 .1	16 49	20 46	10 24
19	M	861.5	8 03	12 25 52 .6	16 49	21 44	10 57
20	M	862.5	8 04	12 26 22 .2	16 49	22 42	11 27
21	G	863.5	8 04	12 26 52 .0	16 50	23 41	11 55
22	V	864.5	8 05	12 27 21 .9	16 50	—	12 23
23	S	865.5	8 05	12 27 51 .8	16 51	0 41	12 51
24	D	866.5	8 06	12 28 21 .7	16 51	1 44	13 20
25	L	867.5	8 06	12 28 51 .6	16 52	2 48	13 52
26	M	868.5	8 06	12 29 21 .4	16 53	3 55	14 29
27	M	869.5	8 07	12 29 51 .1	16 53	5 03	15 12
28	G	870.5	8 07	12 30 20 .7	16 54	6 11	16 03
29	V	871.5	8 07	12 30 50 .2	16 55	7 16	17 02
30	S	872.5	8 07	12 31 19 .4	16 56	8 16	18 08
31	D	873.5	8 08	12 31 48 .4	16 56	9 09	19 20

Fasi lunari: **P. Q.** il 7 a 1^h34^m — **U. Q.** il 22 a 18^h41^m
L. P. il 14 a 13^h31^m — **L. N.** il 29 a 20^h36^m

Luna perigea il 2 a 17^h e il 30 a 23^h; apogea il 18 a 17^h.
Il sole entra nel segno del Capricorno il 22 a 6^h22^m (inizio dell'inverno).
Il crepuscolo civile dura circa 34^m per tutto il mese.

I pianeti nel 1978

Cominciando, come di consueto da *Mercurio*, la Tabella I riporta per questo pianeta le date di massima elongazione, che è l'angolo geocentrico massimo fra esso e il Sole.

TABELLA I
Visibilità di Mercurio nel 1978

Elongazione Est (serotino)				Elongazione Ovest (mattutino)			
Data	Elong.	Diam.	Magn.	Data	Elong.	Diam.	Magn.
Mar 24 a 18^h	19°	7".50	$-0^m.1$	Gen 11 a 10^h	23°	6".70	$0^m.0$
Lug 22 a 01	27	7 .78	+0 .6	Mag 9 a 16	26	8 .00	0 .7
Nov 16 a 03	23	6 .54	0 .0	Set 4 a 22	18	7 .18	0 .0
				Dic 24 a 22	22	6 .56	−0 .1

Da questa tabella si deduce che Mercurio sarà visibile al *mattino* all'inizio dell'anno, ed anche da metà Aprile all'inizio di Giugno, dalla fine di Agosto a metà Settembre e dal 10 Dicembre alla fine dell'anno. Al termine di ciascuno di questi periodi il pianeta sarà al massimo del suo splendore apparente. Corrispondentemente, Mercurio sarà visibile alla *sera* dal 10 Marzo all'inizio di Aprile, dalla fine di Giugno alla metà di Agosto e dalla metà di Ottobre alla fine di Novembre. Il massimo splendore si avrà all'inizio di ciascuno di questi periodi.

Avvertiamo anche questa volta il lettore che le elongazioni si contano grosso modo lungo l'eclittica, la cui incli-

nazione rispetto all'orizzonte varia entro limiti molto ampi (da $\varphi' + \varepsilon$ a $\varphi' - \varepsilon$) dove φ' è il complementare della latitudine dell'osservatore. In particolare questa inclinazione risulta massima in autunno (al mattino) e in primavera (alla sera), come mostrano le figure 1a e 1b.

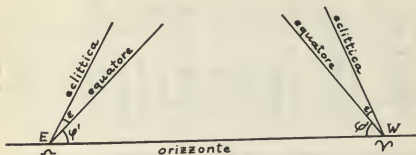



Fig. 1

La tabella I riporta anche il diametro apparente, in secondi d'arco, e la magnitudine stellare.

(Ricordiamo ancora una volta che la magnitudine di un astro è un numero che esprime l'illuminamento da esso prodotto sulla superficie terrestre: al crescere dell'illuminamento la magnitudine *diminuisce* logaritmicamente, secondo una scala tale che una stella di magnitudine 0.0, la quale produce un illuminamento di 2.1×10^{-6} lux, appare cento volte *più* luminosa di una stella di magnitudine 5.0).

Quanto a *Venere*, la Tabella II riassume le sue condizioni di visibilità durante il 1978, all'inizio di ogni mese. Se ne deduce che fino all'inizio di Marzo non sarà facile scorgere Venere, soltanto di poco ad Est del Sole (serotina). La situazione migliorerà nettamente nei mesi successivi; poi, in autunno, l'osservazione si farà di nuovo molto precaria: Venere sarà in congiunzione inferiore col Sole il 7 Novembre, spostandosi rapidamente verso Ovest fino a diventare un fulgido astro del mattino in Dicembre. L'unica massima elongazione si avrà il 29 Agosto, 46°

ad Est del Sole; il 3 Ottobre e il 14 Dicembre Venere sarà al massimo dello splendore. Nella prima parte dell'anno sarà sempre molto lontana dalla Terra, come mostrano i valori dei diametri apparenti nella Tabella II.

TABELLA II

Dati per l'osservazione di Venere nel 1978

Data	Diam.	Magn.	Transito	Data	Diam.	Magn.	Transito
Gen	9".88	—3^m.5	—0^h 21^m	Lug	14".70	—3^m.5	+2^h 43^m
Feb	9 .82	—3 .5	+0 11	Ago	18 .50	—3 .7	+2 49
Mar	9 .98	—3 .4	+0 37	Set	25 .34	—4 .0	+2 47
Apr	10 .38	—3 .4	+1 04	Ott	38 .52	—4 .3	+2 26
Mag	11 .16	—3 .4	+1 39	Nov	60 .60	—3 .6	+0 33
Giu	12 .52	—3 .4	+2 19	Dic	50 .24	—4 .2	—2 07
				Gen 79	31 .06	—4 .3	—3 11

Dopo il lungo excursus degli anni precedenti, *Marte* arriverà finalmente all'opposizione, cioè in condizioni ottimali di visibilità, il 22 Gennaio. Non sarà una « grande opposizione », perché essa avverrà quando la Terra è al perielio e Marte invece in quel momento si troverà ad una distanza dal Sole di 1.6371 u. a. cioè abbastanza vicino all'afelio. La Tabella III riporta i dati relativi all'opposizione di Marte e degli altri pianeti esterni inclusi i 4 principali pianetini.

Giove, che era all'opposizione il 23 Dicembre 1977, a causa del suo spostamento in longitudine fra le stelle, circa 30° all'anno, vi ritornerà soltanto nel Gennaio 1979, cosicché nel 1978 non sarà mai in opposizione. Resterà comunque ben visibile nella prima parte della notte durante i primi mesi dell'anno, per riapparire come astro del mattino in autunno.

Saturno, in opposizione il 16 Febbraio, brillerà per tutta la notte nei primi mesi dell'anno, fino a primavera inoltrata, per riapparire come astro del mattino in autunno.

Urano, sarà meglio visibile in primavera trovandosi in opposizione il 5 Maggio; *Nettuno* all'inizio dell'estate (in opposizione l'8 Giugno). Anche *Plutone* sarà osservabile in primavera.

TABELLA III

I pianeti esterni e i principali pianetini all'epoca dell'opposizione 1978

Pianeta	Distanza minima dalla Terra in u. a.		Magn.	Diam.
Marte	0.6532	il 19 Gen	—1m.1	14".32
Giove	4.1678	il 1° Gen	—2 .3	44 .10
	4.3808	il 31 Dic	—2 .1	41 .96
Saturno	8.2372	il 16 Feb	+0 .3	18 .10
Urano	17.6183	il 6 Mag	5 .7	3 .90
Nettuno	29.2700	il 9 Giu	7 .7	2 .50
Plutone	29.4191	il 7 Apr	14	—
Pallade	2.3385	il 26 Mag (opp. il 4 Giu)	8 .8	—
Vesta	1.1390	il 6 Giu (opp. il 5 Giu)	5 .5	—
Cerere	1.8924	il 7 Lug (opp. il 9 Lug)	7 .1	—
Giunone	1.8138	il 3 Ago (opp. il 24 Lug)	9 .2	—

e arriverà alla minima distanza dalla Terra in Aprile (il 5 di quel mese in opposizione), continuando una marcia di avvicinamento che dura da più di un secolo (durante l'anno la sua distanza dal Sole scende da 30.40 a 30.29 u. a.) e lo ha portato ormai vicinissimo al perielio.

Da notare la quasi simultaneità dell'opposizione di Pallade, Vesta e Nettuno.

Sarà opportuno spiegare come mai la data dell'opposizione può non coincidere con quella della minima distanza. I due istanti coinciderebbero, ovviamente, se le orbite fossero circolari, ma quando c'è una eccentricità sensibile può succedere che le due date siano diverse. Infatti, l'opposizione si ha quando

Fig. 2

il Sole S, la Terra T, e il pianeta P (o il pianetino) sono allineati sul piano dell'eclittica o sul piano dell'equatore celeste. Se però l'astro in quell'istante va rapidamente allontanandosi dal Sole la minima distanza dalla Terra si ha prima dell'opposizione perché l'allungamento del raggio vettore compensa il mancato allineamento dei due segmenti ST e TP, come mostra la figura 2.

Per motivi analoghi, la minima distanza dalla Terra segue l'opposizione, quando il pianeta va avvicinandosi al Sole.

Eclissi e occultazioni

Durante il 1978 si avranno due eclissi di Sole e due di Luna. Si comincerà il 24 Marzo con un'eclisse totale di Luna, visibile nel Pacifico e nell'Asia: la fase totale (Luna interamente immersa nell'ombra terrestre) durerà un'ora e mezzo. In Europa saranno visibili solo le ultime fasi del fenomeno.

Seguirà, il 7 Aprile, un'eclisse parziale di Sole visibile nell'Antartico.

Il 16 Settembre, si avrà un'altra eclisse totale di Luna, anch'essa visibile in Australia e in Asia, ma da noi soltanto per la parte finale. La totalità durerà un'ora e venti minuti, dalle 19,25 alle 20,45 dei nostri orologi (se non saranno avanzati della consueta ora legale).

Seguirà, il 2 Ottobre, un'altra eclisse parziale di Sole, visibile in Asia e nell'estremità Nord Orientale dell'Europa.

Per quanto riguarda le occultazioni, il 1978 sarà l'anno di Aldebaran (α Tauri), che verrà nascosto dalla Luna per ben 12 volte. Per noi il fenomeno sarà osservabile l'11 Aprile alle 19^h, il 26 Agosto alle 4 del mattino e il 16 Novembre alle 6^h.

Marte sarà occultato una volta e Venere due. Noi potremo osservare soltanto, e con difficoltà, il secondo di questi fenomeni alle 14^h del 26 Dicembre, tempo permettendo.

tinuano ad uscire dalle nostre pur scassate Università, e vorrebbero fare della ricerca...

In questa situazione, in mezzo a queste leggi che legittimano l'illegalità e guardano al passato senza pensare al futuro, è difficile portare avanti un'azione di ripopolamento dell'Osservatorio, azione che rimane essenziale e prioritaria rispetto a tutte le altre pur encomiabili iniziative che abbiamo preso, prima fra tutte l'installazione di un telescopio astrometrico nell'emisfero australe. Della sua costruzione si stanno occupando l'ing. G. Gonnet e lo studio tecnico Crova, ma anche qui i tempi effettivi sono molto più lungi di quelli preventivati, la qual cosa — purtroppo — influirà negativamente sui costi.

Langue anche l'applicazione della Legge N. 50 pubblicata nel Marzo 1977, la quale prevede stanziamenti per l'acquisto o l'ampliamento di immobili per le Università ed anche per gli Osservatori astronomici. Le apposite commissioni, ove manco a dirlo sono presenti le componenti delle complesse strutture che governano di fatto l'Italia, stanno ancora — a quanto si dice — studiando i « criteri » di ripartizione. E intanto, anche in questo caso, i miliardi si squagliano come neve al sole per la costante lievitazione dei costi. Ne consegue una forzata immobilità per questo Osservatorio, il quale avrebbe dei problemi urgenti da risolvere, ma non può avviare alcunché di concreto, fino a quando non sia nota la somma di cui potrà disporre.

Rimandiamo quindi all'anno prossimo, a Dio piacendo, la notificazione di fatti più concreti, e concludiamo con la bibliografia, che documenta la crescente attività scientifica dell'Osservatorio. I primi cinque « Contributi » (dal N. 94 al N. 98) che erano già stati citati nella relazione dell'anno scorso, sono qui riportati con l'indicazione precisa della rivista ove sono stati effettivamente pubblicati. Gli altri 13 sono stati stampati nel periodo cui si riferisce la presente relazione, o sono in corso di stampa. Continua la serie del *Time Service Bulletin.* Infine, aderendo a un cordiale invito del presidente della Comm. N. 26 dell'Unione Astronomica Internazionale, prof. S. L. Lippincott, e del presidente del Colloquio europeo su « Il telescopio rifratto-

re e l'astrometria al servizio delle stelle doppie », prof. J. DOMMANGET, colloquio tenutosi a Coimbra (Portogallo) nell'Ottobre 1974 con la partecipazione dello scrivente, sono stati pubblicati a cura di questo Osservatorio i rendiconti del Colloquio stesso, che erano rimasti finora inediti per la sopraggiunta impossibilità di pubblicarli a cura dell'Ente organizzatore. Crediamo con questo di aver reso un concreto servigio all'Astronomia e in particolare ai numerosi e validi cultori di quel difficile ramo che è lo studio dei sistemi binari e multipli.

MARIO G. FRACASTORO
Direttore

BIBLIOGRAFIA

Contributi

N. 94 - M. CERRUTI, L. LORENZI e F. SCALTRITI: *Photoelectric Observations of the Eclipsing Binary* V 388 Cygni (A. & Ap. Supp. Vol. **27**, p. 435 1977).

N. 95 - H. DEBEHOGNE, S. VAGHI e V. ZAPPALÀ: *A method for the study of the error propagation in the determination of orbits* (A. & Ap. Vol. **54**, p. 943, 1977).

N. 96 - L. LORENZI: AU Monocerotis, *a possible rapid cyclic variation of its period* (A. & Ap. Vol. **55**, p. 295, 1977).

N. 97 - F. SCALTRITI, V. ZAPPALÀ: *A photometric study of the minor planet 63* Ausonia (Icarus Vol. **31**, p. 498, 1977).

N. 98 - H. SCHOBER, F. SCALTRITI e V. ZAPPALÀ: *A possible rotation period for the minor planet 164* Eva (Icarus, Vol. **31**, p. 175, 1977).

N. 99 - F. SCALTRITI, V. ZAPPALÀ: *Photoelectric photometry of the minor planets 41* Daphne *and 129* Antigone (A. & Ap. Vol. **56**, p. 7, 1977).

N. 100 - A. CURIR e M. FRANCAVIGLIA: *On certain transformation for black holes energetics* (Rend. Acc. Lincei Vol. **61**, Ser. VIII p. 488, 1976).

N. 101 - C. DE BERNARDI e F. SCALTRITI: *A photometric research of the Eclipsing Binary* RU UMi (Acta Astr. Vol. **27**, p. 187, 1977).

N. 102 - L. LORENZI e F. SCALTRITI: *The variable lightcurve of the Eclipsing Binary* XY UMa (Acta Astr. Vol. **27**, p. 273, 1977).

Attività dell'Osservatorio

Per motivi tecnici questa relazione, che si riferisce come di consueto al periodo 1° Novembre 1976 - 31 Ottobre 1977, sarà più breve del solito. Ne chiedo scusa al lettore, il quale potrà prender nozione dall'acclusa bibliografia dei contributi scientifici dati dal personale dell'Osservatorio nell'arco di tempo cui questa relazione si riferisce.

Per quanto riguarda il personale, segnaliamo la conferma in ruolo, dopo due anni di servizio, degli astronomi F. Scaltriti e S. Vaghi e dei tecnici laureati A. Delgrosso e R. Pannunzio, nonché la dimissioni presentate in data 5 Ottobre 1977 dalla dott.ssa L. Armanelli dall'incarico che copriva come « tecnico esecutivo », una qualifica ovviamente di ripiego, in attesa di un concorso per astronomo di cui finalmente è stato pubblicato il bando sulla G. U. del 2 Agosto 1977, bando — come si temeva — limitato a 26 posti, invece dei 41 che sono effettivamente scoperti. Intanto è imminente la pubblicazione di una legge tipica dei tempi che attraversiamo, legge che inquadrerà nei ruoli statali, senza concorso, decine di migliaia di « precari », che già prestano la loro opera nelle Università e negli Osservatori italiani: un premio per chi si sia valso di questi collaboratori, non si sa bene con quali presupposti giuridici, e per quelli fra di loro che hanno « tenuto duro » in attesa di questa panacea. Fatto questo pieno di benzina generalmente scadente, non meravigliamoci se il motore dell'apparato statale batterà in testa. Intanto si è chiuso strettamente il tappo del serbatoio, senza porsi il problema dei giovani capaci e bravi che ogni anno con-

N. 103 - C. MORANZINO: *Studio sulla deviazione standard delle misure di latitudine al telescopio zenitale Wanschaff di Carloforte, sotto diverse condizioni di osservazione* (a sé stante).

N. 104 - F. SCALTRITI e V. ZAPPALÀ: *Rotation period of the asteroid* 52 Europa (in corso di pubbl. su A. & Ap.).

N. 105 - S. VAGHI et al.: *Positions of selected Minor Planets* (in corso di pubblicazione su A. & Ap. Suppl. Ser.).

N. 106 - C. I. LAGERKVIST e V. ZAPPALÀ: *Positions of Main-Belt-Asteroids* (in corso di pubblicazione su A. & Ap. Suppl. Ser.).

N. 107 - H. RICKMAN e S. VAGHI: *Distribution of Jovian perturbations on Short-Period orbits* (in corso di pubblicazione su A. & Ap. Suppl. Ser.).

N. 108 - L. ARMANELLI, A. DELGROSSO e R. PANNUNZIO: *Photographic Measures of double stars* (in corso di pubbl. su A. & Ap. Suppl. Ser.).

N. 109 - A. CURIR e M. FRANCAVIGLIA: *Isoareal transformations in Kerr-Spacetimes* (in corso di pubblicazione su «Acta Physica Polonica»).

N. 110 - F. SCALTRITI, V. ZAPPALÀ e R. STANZEL: *Lightcurves, phase function and pole of the asteroid* 22 Kalliope (in corso di pubblicazione su Icarus).

N. 111 - M. G. FRACASTORO: *Considerazioni sulle stelle vicine e il moto spaziale del Sole* (Rend. Lincei).

Pubbl. Fuori Serie

N. 66 - *Annuario 1977.*

N. 67 - M. G. FRACASTORO: *F. Zagar* (Cel. Lincee N. 107, 1977).

Pubblicazioni periodiche

Time Service Bulletin NN. 15 (Set-Dic 1976), *16* (Gen-Apr 1977), *17* (Mag-Ago 1977).

Infine sono stati pubblicati i

Comptes Rendus du Colloque Astronomique Européen «O Telescopio Refractor e a Astrometria ao Serviço das Estrelas Duplas» Coimbra, 20-24 Ottobre 1974, a cura di J. Dommanget e M. G. Fracastoro (1977).

Misura della rotazione terrestre
Elementi teorici e tempo universale coordinato

Uno dei problemi più importanti dell'Astronomia classica è lo studio della rotazione della Terra. Essa, fino a pochi decenni addietro, era ritenuta strettamente uniforme e quindi si assumeva la durata di una rotazione come unità di intervallo di tempo (giorno siderale). L'andamento del tempo siderale era dato da orologi meccanici, la cui precisione non superava il centesimo di secondo al giorno.

Con l'introduzione degli orologi atomici, che garantiscono il millisecondo di precisione, si è reso possibile un più accurato studio del moto terrestre e si sono scoperte piccolissime variazioni del periodo di rotazione. Questi orologi presentano una maggior uniformità della Terra nella sua rotazione e pertanto il loro periodo è stato assunto come costante fondamentale nel controllo della rotazione terrestre.

Le principali irregolarità che interessano il moto di rotazione della Terra sono dovute all'influenza del movimento dei Poli ed alle variazioni stagionali.

Il Polo non occupa una posizione fissa sulla superficie della Terra: questo fatto è stato accertato dall'Ufficio Centrale del Servizio Internazionale delle Latitudini che dal 1899 si occupa del problema. Lo spostamento dell'asse polare è dovuto a movimenti di grandi masse d'aria (alisei), a frizioni di marea, allo scioglimento delle nevi, a fenomeni sismici. Per tale motivo, i valori ottenuti dalle determinazioni di tempo dovranno essere corretti per le variazioni del Polo in modo da ottenere un tempo più uniforme. Le variazioni stagionali, la cui esistenza è stata dimostrata da N. Stoyko (1937), hanno la tendenza di modifica-

re la velocità della rotazione terrestre. Le irregolarità sono da attribuirsi a regimi di vento che causano spostamenti di masse d'aria nel senso della rotazione della Terra o nel senso contrario e, come per i fenomeni meteorologici, non si ripetono identicamente ogni anno.

Il Bureau International de l'Heure (B. I. H.) che raccoglie ed elabora i risultati delle determinazioni di tempo eseguite negli osservatori astronomici di tutto il mondo, tiene conto di questa correzione applicandola al tempo corretto per lo spostamento dell'asse polare. Il tempo così ottenuto, pur non essendo strettamente uniforme, è tuttavia quello che si avvicina di più all'uniformità.

Lo studio delle irregolarità che influenzano il moto di rotazione della Terra è molto laborioso e sebbene gli astronomi dispongano ormai di apparecchiature molto precise, tale studio rimane sempre un problema di difficile interpretazione.

Nelle pagine che seguono, vengono descritti gli elementi teorici ed il tempo universale coordinato.

1. Elementi teorici

Si consideri il corpo terrestre rigido e sferico e sia su questa sfera P_0 l'intersezione dell'asse di rotazione terrestre ad un'epoca iniziale, sia E_q l'equatore e Z_1 il luogo di osservazione. Si ponga un sistema di coordinate cartesiane P_0 (x, y) sul piano tangente la sfera in P_0, con l'asse x diretto come il meridiano $P_0 E$ origine delle longitudini (fig. 1).

$L_1 = E \widehat{P_0} Z_1$ è la longitudine del luogo di osservazione. Si supponga quindi che l'asse di rotazione terrestre si sia spostato nell'interno del corpo terrestre (in realtà è la Terra che oscilla rispetto alle stelle fisse, intorno a quest'asse) e sia P la nuova posizione al tempo t. L'intersezione E del meridiano origine con l'equatore E_q si sposterà anch'essa, ma si ponga che esso passi ancora per E. L'arco $P_0 P$ può essere trattato come un segmento di retta poiché non raggiunge 1" sulla sfera, ossia 31 metri sulla superficie della Terra. L'ampiezza di $P_0 P$, anzi le sue

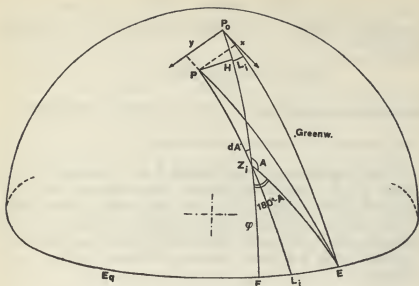



Fig. 1

componenti sui due assi x e y, è determinata dall'Ufficio Centrale del Servizio Internazionale delle Latitudini e provoca una variazione $\varphi_{i,t} - \varphi_{i,o}$ della latitudine e $L_{i,t} - L_{i,o}$ della longitudine del luogo i di osservazione, secondo le relazioni

(1) $$\varphi_{i,t} - \varphi_{i,o} = x \cos L_i + y \operatorname{sen} L_i$$

(2) $$L_{i,t} - L_{i,o} = \tan \varphi \; (x \operatorname{sen} L_i - y \cos L_i)$$

La prima si ottiene proiettando l'archetto $P_o P$ su $P_o Z_i$ (considerati intorno al punto P_o come segmenti sul piano tangente la sfera), ossia dalle

$$P_o H = x \cos L_i + y \operatorname{sen} L_i$$
$$P_o H = (90° - \varphi_{i,o}) - (90° - \varphi_{i,t})$$

La seconda si ottiene proiettando $P_o P$ sulla normale a $P_o Z_i$ passante per P

$$H P = x \,\text{sen}\, L_1 - y \cos L_1 \ .$$

Posto inoltre $P_0 \widehat{Z_1} E = A$, il triangolo sferico $F Z_1 E$, rettangolo in F, dà

$$\text{sen}\, \varphi_{i,o} = \frac{\text{sen}\, Z_1 E \,.\, \cos A}{\cos L_1}$$

Quindi dal triangolo sferico $E Z_1 P_0$, con $P_0 E = 90°$, si ha

$$\text{sen}\, L_1 = \text{sen}\, Z_1 E \,.\, \text{sen}\, A$$

Ora si osservi che spostando il Polo da P_0 a P il triangolo $E Z_1 P_0$ diviene $E Z_1 P$ e poiché le variazioni degli elementi del primo triangolo possono ben considerarsi infinitesime rispetto agli elementi stessi, esprimiamo gli incrementi degli angoli A, L del triangolo $E Z_1 P_0$ in modo differenziale, sicché nel triangolo $E Z_1 P$ gli angoli in A e in P, saranno $A + dA$ e $L_1 + dL_1$.
Pertanto

$$d L_1 = \frac{\text{sen}\, Z_1 E \,.\, \cos A}{\cos L_1} d A = \text{sen}\, \varphi \,.\, d A$$

Infine dal triangolo $Z_1 P H$, rettangolo in H, si ha

$$d A = \frac{H P}{\text{sen}\, P Z_1} = \frac{x \,\text{sen}\, L_1 - y \cos L_1}{\cos \varphi}$$

ove si è ammesso sen $dA \cong dA$, sen $HP \cong HP$, $\cos(\varphi + d\varphi) \cong \cos\varphi$, quest'ultima uguaglianza valendo per $\varphi \neq 90°$.
In conclusione, ponendo $d L_i = L_{i,1} - L_{i,o}$, si ha la (2).

2. Tempo universale coordinato

Nell'ipotesi di una Terra perfettamente rigida e di un asse di rotazione solidale con essa, ossia un Polo P_0 invariabile sulla superficie terrestre, e tenuto conto della lontananza delle altre masse di attrazione (Sole, Luna, pianeti), si può ritenere che la rotazione della Terra sia uniforme; e l'orologio Terra è

stato considerato infatti il campione per la misura del tempo sino a tre decenni fa, con il giorno solare medio di durata costante rispetto alla variabile « t », tempo della meccanica razionale. Questo tempo veniva indicato con *TU*, angolo orario del Sole medio dall'antimeridiano di Greenwich.

In realtà, a causa del rigonfiamento equatoriale della Terra, le equazioni di Eulero sul moto rotazionale di un corpo rigido prevedono che il Polo descriva una circonferenza intorno ad un polo fisso P_0 in 304 giorni. Per seguire questi spostamenti venne istituito alla fine del secolo scorso il Servizio Internazionale delle Latitudini, il cui Ufficio Centrale, attualmente a Mizusawa, (Giappone) ma per molti anni presso l'osservatorio di Torino, fornisce le componenti x, y rispetto ad una origine P_0 convenzionale. Ci si accorse tuttavia che il periodo non è quello previsto dalle equazioni di Eulero, ma è più lungo, cioè di 14 mesi (periodo di Chandler) e che la traiettoria di P, ossia la Polodia non è una circonferenza ma una spirale piuttosto tormentata, e si è dovuta ipotizzare una Terra elastica (con il modulo di elasticità dell'acciaio) con alterazioni statistiche del suo momento d'inerzia.

Ciò comportava naturalmente una non uniformità della rotazione terrestre che non era tuttavia possibile controllare con gli orologi meccanici ($\pm 0^s.01$ in un giorno). Come si è detto, questo controllo viene oggi effettuato con gli orologi atomici.

Sia *TA* il tempo atomico, il più vicino dunque tecnicamente alla variabile « t » della meccanica. Il secondo di *TA* è stato fissato in modo da adeguarsi alla durata, per convenzione uniforme, dell'anno solare, secondo il valore ottenuto per quest'ultimo dal Newcomb per il 1900.0.

Sia TUO_1 il tempo universale osservato. Esso è affetto da irregolarità dovute a diverse cause. Per quanto riguarda lo spostamento del Polo, le equazioni di Eulero darebbero una velocità angolare della Terra costante intorno al polo mobile. Pertanto la Terra ruota con la stessa velocità angolare attorno a P_0 e poi attorno a P. Ma il cambiamento istantaneo di longitudine dato dalla (2) comporta un salto nel TUO_1, in quanto aumenta

istantaneamente la longitudine del luogo di osservazione. Un aumento di longitudine dL_1 equivale a una diminuzione del TUO_1 osservato, e pertanto, per mantenere l'uniformità del tempo, occorre aggiungere al TUO_1 il dL_1: si otterrà in questo modo un $TU1$ indipendente dal luogo di osservazione

$$TU1 = TUO_1 + d\,L_1 = TUO_1 + \tan\varphi\,(x\,\mathrm{sen}\,L_1 - y\cos L_1) \tag{3}$$

Il $TU1$ è lo stato dell'orologio Terra ed il suo confronto con il TA mette in evidenza la sua non uniformità. Infatti nel $TU1$ è compresa quella parte di non uniformità che ha andamento stagionale ed è dovuta, come si è detto, a movimenti di rotazione di grandi masse atmosferiche (per es. gli alisei) a cui (per il principio della conservazione del momento angolare di un corpo isolato, in questo caso la Terra) corrisponde una rotazione contraria della parte semirigida su cui noi poggiamo.

La correzione da aggiungere al $TU1$ per liberarlo da questa variazione stagionale sia ΔT e si indichi con $TU2$ il nuovo valore del tempo universale istantaneo (non uniforme)

$$TU2 = TU1 + \Delta T \tag{4}$$

Lo Stoyko nel 1962 ha proposto la seguente espressione

$$\Delta T = +\,0^s.022\,\mathrm{sen}\,2\pi t - 0^s.012\cos 2\pi t - 0^s.006\,\mathrm{sen}\,4\pi t + 0^s.007\cos 4\pi t \tag{5}$$

ove il tempo t è contato in frazione di anno (besseliano), espressione tuttora impiegata al Bureau International de l'Heure (B. I. H.).

Per seguire più da vicino la rotazione terrestre si è stabilito un tempo universale coordinato tale che per un certo intervallo di tempo rappresenti in media la rotazione terrestre vera. Lo si indica con TUC ed è, per costruzione, uniforme

$$TUC = (1 + s)\,TA + b \tag{6}$$

ove i parametri s, b vengono determinati a posteriori dal B. I. H.

col metodo dei minimi quadrati, ossia ponendo la condizione

$$\Sigma\,(TU2 - TUC)^2 = \text{minimo} \tag{7}$$

La sommatoria va estesa ai $TU2$ ottenuti dalla (3) con i TUO_1 osservati in tutti gli osservatori e per un periodo di tempo tale che

$$|\,TUC - TU2\,| < 0^s.1$$

dopo il quale si passa a un nuovo TUC con un salto rispetto al precedente.

3. Misura della rotazione terrestre

Dalla (3) si ha

$$TUO_1 - TUC = TU1 - TUC - \tan\varphi\,(x \operatorname{sen} L_1 - y \cos L_1) \tag{8}$$

Si ottiene il valore del primo membro osservando il transito di una stella in meridiano allo strumento dei passaggi con la classica formula del Mayer per la culminazione superiore

$$S = u + \Delta u + i\,\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + a\,\frac{\operatorname{sen}(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + c\,\frac{1}{\cos\delta}$$

ove S è l'ascensione retta della stella, u l'indicazione dell'orologio a tempo siderale, Δu la correzione da apportare all'orologio, mentre i termini i, a, c rappresentano le correzioni da apportare ad u per tener conto degli errori di inclinazione, di azimut e di collimazione. Se poi si riesce ad invertire lo strumento durante il passaggio della stella si può eliminare il termine c della collimazione e l'espressione di S si riduce a

$$S = u + \Delta u + i\,\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + a\,\frac{\operatorname{sen}(\varphi - \delta)}{\cos\delta} \tag{9}$$

Ora S è anche il tempo siderale teorico del luogo di osservazione all'istante del transito, dato dalle effemeridi e calcolato secondo la teoria di Newcomb con l'ipotesi di una rotazione terrestre uniforme (che egli ricavò come valore medio dalla elaborazione di serie di osservazioni per il 1900.0); S è un tempo uniforme come si è detto. Segnando sulla medesima scala di S l'istante

$$u' = u + i \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + a \frac{\operatorname{sen}(\varphi - \delta)}{\cos \delta}$$

la differenza $\Delta u = S - u'$ dà la misura dell'anticipo ($\Delta u > 0$) o del ritardo ($\Delta u < 0$) dell'orologio Terra reale rispetto all'orologio convenzionale di Newcomb. Tra due tempi uniformi esiste sempre una relazione lineare, pertanto

$$S = m\,TUC + n \qquad m,\ n \quad \text{costanti}$$

La stessa relazione sussiste per l'istante del passaggio in tempo siderale e tempo universale coordinato osservato

$$u' = m\,TUO_1 - n$$

da cui

$$\Delta u = m(TUC - TUO_1)$$

con $m \cong -1$, quindi

$$\Delta u = TUO_1 - TUC$$

Per uniformità con gli altri simboli, Δu nelle pagine che seguono è stato indicato con ΔU.

In questo modo dunque si è ottenuto il valore numerico del primo membro della (8)

$$\Delta U = TUO_1 - TUC \tag{10}$$

che sostituito nella (8) dà

$$TU1 - TUC = \Delta U + \tan\varphi\,(x \operatorname{sen} L_1 - y \cos L_1) \tag{11}$$

Per calcolare questa espressione occorrono le coordinate x, y del polo istantaneo e queste sono riportate nelle Circolari D del B. I. H.

Il $TU1$ non è un tempo uniforme, come si è detto, in quanto nella (11) il ΔU contiene tutte le irregolarità della rotazione terrestre. Gran parte di queste sono espresse nella ΔT delle variazioni stagionali. Perciò

$$TU2 = TU1 + \Delta T$$

pur non essendo un tempo uniforme ha carattere di maggior uniformità di $TU1$.

$$TU2 - TUC = TU1 - TUC + 0^s.022 \operatorname{sen} 2\pi t - 0^s.012 \cos 2\pi t - 0^s.006 \operatorname{sen} 4\pi t + 0^s.007 \cos 4\pi t \tag{12}$$

Il compito del Servizio del Tempo negli Osservatori consiste nel rilevare il TUO_1 con la maggior frequenza possibile per mettere il Bureau International de l'Heure in grado di stabilire l'equazione (7) e determinare il tempo universale coordinato e successivamente, dal confronto di questo con i $TU1$ ed i $TU2$ osservati localmente, ottenere le « Variazioni locali della longitudine ». Queste possono essere reali, e cioè dipendere da spostamenti veri e propri del luogo di osservazione rispetto agli altri osservatori nel mondo (si pensi per es. alla deriva dei continenti), oppure apparenti e cioè dipendere da anomalie nella rifrazione atmosferica terrestre, per le quali il meridiano ottico non coincide con il meridiano vero.

Nel Servizio delle Latitudini queste anomalie si sono dimostrate rilevanti; sono state messe in relazione alla direzione del vento, alla pressione atmosferica ed alla temperatura dell'aria

sia nei dintorni del telescopio sia in quelli della cupola che contiene il detto strumento.

Lo studio delle « Variazioni locali della longitudine » tende dunque a separare i due ordini di cause, il primo dei quali ha importanza geodetico-geofisica. Esso richiede un servizio fatto con scrupolo osservando sempre lo stesso programma di stelle appartenenti al Quarto Catalogo Fondamentale (FK4) le cui effemeridi appaiono nell'Apparent Places of Fundamental Stars.

CARLO MORANZINO
dell'Osservatorio astronomico di Torino

SCALE DI TEMPO
Nomenclatura, simboli, definizioni

TA	Tempo *atomico, uniforme*: *l'unità* di scala è il secondo SI, l'origine è fissata alle ore 0 *TU2 del* 1° gennaio 1958.
TU	Tempo *universale, rotazionale* (astronomico), *non uniforme*: dà la posizione angolare della Terra.
TUO	Tempo *rotazionale, non uniforme*: valore osservato di *TU.*
*TU*1	Tempo *rotazionale, non uniforme*: *TUO* corretto per tener conto del movimento del polo.
*TU*2	Tempo *rotazionale, non uniforme*: *TU*1 corretto per tener conto delle variazioni stagionali della velocità di rotazione della Terra.
TUC (vecchio) dal 1963 al 1971	Tempo *universale coordinato, uniforme, atomico*: tende a seguire *TU2* entro ± 100 ms. A questo fine *l'unità di scala* (il secondo SI) viene *alterata* di una quantità che resta costante anno per anno, la *posizione* della scala può venire *alterata* per salti di 100 ms.
TUC (nuovo) dal 1972	Tempo *universale coordinato, uniforme, atomico*: tende a seguire *TU*1 entro ± 0,7 s. *L'unità* di *scala* è il secondo SI, *l'origine* è fissata per le ore $23^h 59^m 60^s$, 1077577 (vecchio *TUC*) del 31 dicembre 1971, *la posizione* della scala può venire *alterata* di salti di 1 s il giorno 1° gennaio e, se necessario, 1° luglio di ogni anno.
TUC (IEN)	Scala *TUC*, custodita presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » (IEN).

TUC (IEN) — *TUC* (BIH) = Scarto tra la scala *TUC* (IEN) e *TUC* (BIH); se il risultato è positivo l'orologio IEN è « avanti » rispetto all'orologio BIH.

Gli asteroidi del sistema solare

1. Considerazioni generali

Gli asteroidi sono stati studiati, nel passato, prevalentemente nell'ambito dell'astronomia classica (determinazione di orbite, piani fondamentali, questioni astrometriche in generale). Oggigiorno la ricerca planetaria ha subito un poderoso impulso per l'introduzione di nuove tecniche di osservazione e per l'avvento dell'era spaziale. In particolare la ricerca sugli asteroidi si è arricchita di nuovi campi d'indagine, per esempio sulla figura, sulla dinamica interna, sulle proprietà ottiche e quindi fisiche e chimiche di questi piccoli corpi. Essi, infatti, presentano non soltanto un grande interesse per se stessi, ma anche perché forniscono prospettive d'indagine sulla genesi dell'intero sistema solare. In effetti c'è da osservare che, mentre i pianeti e i satelliti maggiori hanno subito una evoluzione che ha profondamente alterato le conformazioni primitive, corpi come gli asteroidi conservano probabilmente una traccia della primitiva storia del sistema solare.

A parte i quattro maggiori (Cerere, Pallade, Giunone e Vesta) le dimensioni degli asteroidi possono essere valutate soltanto in base alla loro luminosità apparente, assegnando un valore plausibile alla loro « albedo ». Ammettendo che quest'ultima non sia molto diversa da quella relativamente piccola presentata da Marte, da Mercurio e dalla Luna, si calcola l'estensione della superficie riflettente degli asteroidi (bibl. 1) e da essa si conclude che il diametro di questi corpi è normalmente inferiore al centinaio di km.

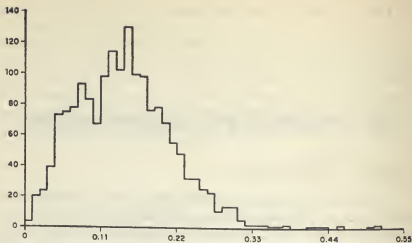



Fig. 1 - Istogramma della distribuzione degli asteroidi in funzione della eccentricità e (con $2{,}14 < a < 4{,}00$ u. a.).

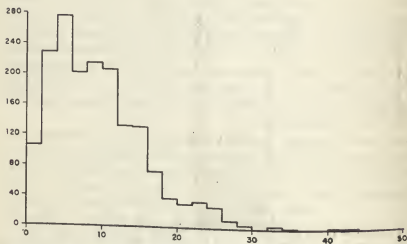



Fig. 2 - Istogramma della distribuzione degli asteroidi in funzione della inclinazione i (con $2{,}14 < a < 4{,}00$ u. a.).

2. Rassegna generale sui dati orbitali

Gli asteroidi si muovono prevalentemente su orbite comprese tra quella di Marte e quella di Giove. Pochi di essi si spingono oltre Giove e all'interno dell'orbita di Marte. L'eccentricità e la inclinazione delle loro orbite sono in generale più alte di quelle dei pianeti maggiori. L'eccentricità media è 0.14 e supera il valore 0.33 per una percentuale inferiore all'1% dei casi (figura 1). L'inclinazione media è pari a circa 10° (figura 2). Il semiasse maggiore *a* dell'orbita nel maggior numero dei casi è compreso tra 2 e 3.5 u. a.

La figura 3 contiene un istogramma ben noto, che illustra la distribuzione degli asteroidi in funzione del semiasse maggiore dell'orbita. Il diagramma mostra una serie di intervalli, dove si trovano pochissimi asteroidi. Essi sono detti « intervalli o lacune di Kirkwood », dal nome del loro scopritore. La causa dell'esistenza di queste lacune risiede negli effetti di risonanza provocati da Giove. Infatti, il valore *a*, relativo a tali lacune,

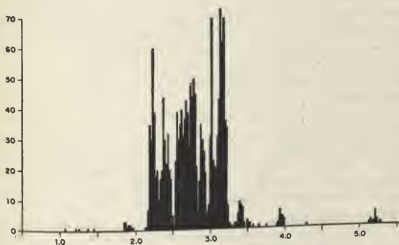



Fig. 3 - Istogramma della distribuzione degli asteroidi in funzione del semiasse maggiore *a* (in u. a.).

può essere facilmente posto in corrispondenza del periodo T dell'asteroide, mediante la relazione

$$\frac{4\pi^2 a^3}{T^2} = GM \qquad (1)$$

in cui G è la costante universale di gravitazione e M la massa del Sole. Gli intervalli di Kirkwood più importanti corrispondono a rapporti T/T_G pari a 1/2, 1/3, 2/5. Essi prendono il nome da un asteroide tipico. Così l'intervallo $T/T_G = 1/2$ è detto intervallo di Ecuba, mentre l'intervallo di Vesta corrisponde a $T/T_G = 1/3$ e l'intervallo di Minerva a $T/T_G = 2/5$. T_G è il periodo orbitale di Giove.

È stata constatata una risonanza prodotta da Marte, mentre non è stata ancora trovato un effetto di risonanza col periodo di Saturno e di qualunque altro pianeta.

Alcuni gruppi o famiglie di asteroidi hanno attratto il particolare interesse degli studiosi. Il gruppo cosiddetto di Hilda è composto da 33 membri aventi un rapporto $T/T_G = 2/3$ ed il loro moto è accoppiato a quello di Giove in modo tale che un asteroide non si avvicina mai a Giove stesso. Un secondo gruppo è quello cosiddetto dei Troiani, con rapporto T/T_G unitario, sicuramente composto da 16 membri, ma forse assai più numeroso. Un terzo gruppo è quello di Thule, con un rapporto $T/T_G = 3/4$. Si hanno infine le famiglie di Hirayama e di Arnold, che presentano un comportamento associabile ad un ben determinato modello fisico.

Come si è detto, pochi asteroidi hanno grandi eccentricità orbitali. Ad esempio Ermes, Apollo, Adone e Icaro percorrono un'orbita che interseca quella della Terra (figura 4). In senso opposto, un altro asteroide, Hidalgo, si spinge assai lontano dalla fascia media asteroidale e cioè fino nei pressi dell'orbita di Saturno. Questi corpi costituiscono in un certo senso un elemento di congiunzione tra gli asteroidi e le comete periodiche. La differenza fisica tra questi due tipi di oggetti celesti risiede nel fatto che dal nucleo delle comete evapora il gas che, ionizzato, ne costituisce la coda.

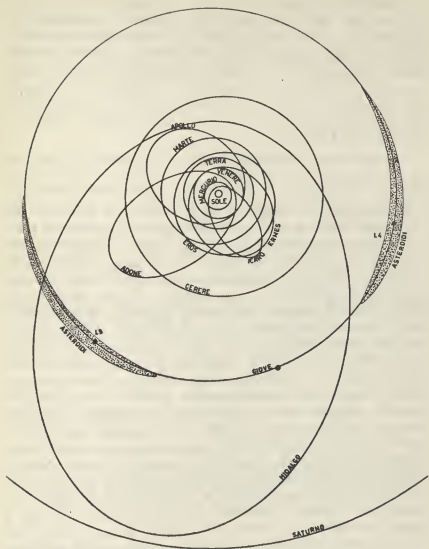



Fig. 4 - Regione del sistema solare con le orbite di alcuni asteroidi particolarmente significativi.

Mentre per le famiglie di Thule e Hilda (bibl. 2 e 3) sono in corso ricerche per fondare un soddisfacente modello fisico, ciò è stato già ottenuto per il gruppo detto Troiano e per le famiglie di Hirayama e di Arnold. Saranno quindi esaminati questi ultimi gruppi e il relativo modello fisico interpretativo.

3. Il Gruppo Troiano

Il moto degli asteroidi Troiani è accoppiato al moto di Giove avendosi $\frac{T}{T_G} = 1$; detti corpi si dislocano nei pressi dei punti di librazione (figura 4) situati sull'orbita di Giove, 60° in anticipo (punto L_4) e in ritardo (punto L_5) rispetto ad esso.

Il comportamento degli asteroidi Troiani è spiegabile pensando ad una soluzione particolare di un classico problema della meccanica razionale, il problema di tre corpi, fornita da Luigi Lagrange nel 1772. Essa si enuncia così: date tre masse puntiformi qualsiasi, soggette alla mutua attrazione gravitazionale, esse si muovono, nel piano da loro individuato, in modo periodico nel tempo percorrendo tre ellissi aventi un fuoco comune, concidente con il centro di massa dei tre corpi, e spazialmente in modo tale che il triangolo, avente vertici nelle tre masse puntiformi considerate, è costantemente equilatero (ovviamente il lato del triangolo stesso è periodicamente variabile). Applicando quanto precede allo studio del dato fenomeno astronomico, occorre tenere presente che si possono apportare alcune semplificazioni ragionevoli. Innanzitutto la massa del pianeta Giove è 1/1047,36 di quella del Sole, inoltre l'orbita del pianeta stesso è assai poco eccentrica, essendo $e = 0{,}048$; infine la massa dell'asteroide Troiano è senz'altro trascurabile in confronto a quella di Giove e « a fortiori » del Sole. Tutto ciò consente di semplificare il modello ed introdurre il concetto di problema dei tre corpi ristretto (nella formulazione classica dovuta a Poincaré). In sintesi è lecito considerare allora due masse M ed m (nel caso nostro quella del Sole e quella di Giove) che descri-

vono un'orbita circolare l'una attorno all'altra (oppure due orbite circolari attorno al comune centro di massa O). Si studi ora l'equilibrio relativo di una massa trascurabile rispetto alla precedente coppia. Vi sono cinque punti di equilibrio relativo: tre posti lungo la retta congiungente M ed m (i punti L_1, L_2, L_3) e due posti nel piano delle orbite dei due corpi principali (L_4 ed L_5), corrispondenti appunto alla soluzione particolare lagrangiana sopra citata, ai vertici dei due triangoli equilateri la cui base, immutabile nel tempo, è il segmento $M\,m$ (figura 5).

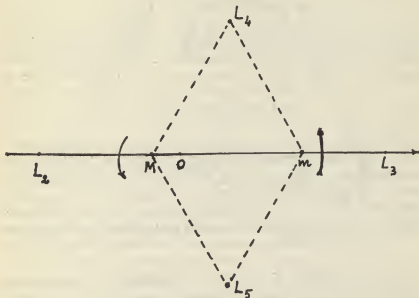



Fig. 5 - Punti di librazione langrangiani nel problema dei tre corpi ristretto. Essendo M la massa del Sole ed m quella di Giove, il diagramma non è ovviamente in iscala (ciò è necessario per motivo di chiarezza).

Data l'identità della situazione geometrica - meccanica di L_4 ed L_5 è sufficiente considerare uno solo dei due, ad esempio L_4 (figura 6). Indicando con a la lunghezza del segmento $M\,m$, l'aste-

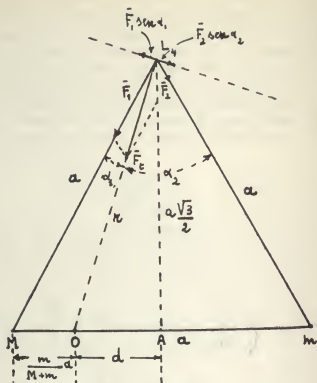



Fig. 6 - Situazione geometrica e dinamica atta a dimostrare che nel punto L_4 vi è stabilità.

roide in L_4 è soggetto a due forze di attrazione F_1 ed F_2 prodotte da M ed m aventi i seguenti valori (in modulo):

$$(2) \qquad \begin{cases} F_1 = \dfrac{G\,M\,m_a}{a^2} \\ \\ F_2 = \dfrac{G\,m\,m_a}{a^2} \end{cases}$$

in cui m_a è la massa dell'asteroide (così piccola da non influenzare il moto di M ed m, invece essendo da loro influenzata).

È facile constatare che il punto A (medio del segmento $M\,m$) dista da O (centro di massa) della quantità:

$$d = \frac{a}{2} - \frac{m}{m+M}\,a = \frac{a}{2}\,\frac{M-m}{M+m} \tag{3}$$

D'altra parte il segmento r vale

$$r = \sqrt{d^2 + \frac{3}{4}\,a^2} \tag{4}$$

essendo il triangolo $M\ L_4\ m$ equilatero. Sostituendo la (3) nella (4) si ottiene

$$r = \frac{a}{M+m}\sqrt{M^2 + m\,M + m^2} \tag{5}$$

Definita la situazione geometrica, si passi a considerare quella dinamica. L'asteroide è soggetto pertanto alla risultante vettoriale della forza di attrazione F_1 ed F_2 ed inoltre alla forza centrifuga F_c. Se queste forze avranno uguale intensità e saranno dirette secondo la congiungente $O\ L_4$, si otterrà l'equilibrio dinamico. Il modulo della risultante F_t sarà fornito dalla formula:

$$F_t = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2\,F_1\,F_2 \cos 60°} = m_a\,\frac{G}{a^2}\sqrt{M^2 + m\,M + m^2}$$

avendo utilizzato le (2). D'altra parte la forza centrifuga F_c vale:

$$F_c = m_a\,\omega^2\,r \quad , \tag{6}$$

in cui ω è la velocità angolare del moto circolare uniforme. Quest'ultima per la III legge di Keplero, è ricavabile dalla relazione

$$\omega^2\,a^3 = G\,(M+m) \quad .$$

Pertanto, per la (6), si scriverà:

$$F_c = m_a \frac{G(M+m)}{3} r \quad ,$$

e per la (5):

$$F_c = m_a \frac{G}{a^2} \sqrt{M^2 + mM + m^2}$$

che è identica alla F_t. Ora occorre dimostrare che F_t è diretta secondo la congiungente OL_4; ciò equivale a dire che essa non deve avere alcuna componente nella direzione perpendicolare a quella della retta OL_4. Questa condizione è espressa analiticamente dalla relazione:

$$F_1 \operatorname{sen} \alpha_1 = F_2 \operatorname{sen} \alpha_2 \tag{7}$$

Applicando il teorema dei seni, rispettivamente ai triangoli MOL_4 e mOL_4, si ricavano le formule:

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{MO} = \frac{\operatorname{sen} 60^\circ}{r}$$

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_2}{mO} = \frac{\operatorname{sen} 60^\circ}{r} ,$$

da cui discende

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_2} = \frac{MO}{mO} \tag{8}$$

La (8) è stata ottenuta da semplici considerazioni geometriche; ritornando alla (7) e tenendo presenti le espressioni (2) per F_1 ed F_2, si ricava d'altra parte:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_2} = \frac{m}{M} \tag{7 bis}$$

ma poiché appunto

$$MO = \frac{m}{M + m} \; a$$

$$mO = \frac{M}{M + m} \; a$$

per la (8) risulta dimostrata la (7). Il punto L_4, come anche il punto L_5, è punto di equilibrio relativo; essi sono anche detti punti o centri di librazione lagrangiani.

In pratica gli asteroidi troiani — rispetto alle posizioni L_4 ed L_5 — compiono piccole deviazioni periodiche contenute geometricamente nella regione punteggiata della figura 4. Come si osserva, queste regioni non sono simmetriche rispetto ai punti L_4 ed L_5, poiché si estendono di più dalla parte opposta a Giove. Secondo P. van de Kamp (bibl. 4), il periodo di queste oscillazioni è stimabile attorno a 160 anni.

4. Il gruppo di Hirayama e di Arnold. Concetto di corrente a getto

Vi sono famiglie o gruppi di asteroidi, scoperti da Hirayama, aventi quasi gli stessi valori per a, i, e. Membri di questi gruppi hanno anche uguali valori di ϑ e π ossia longitudine del nodo ascendente e argomento del perielio. In tal caso tutti e cinque gli elementi geometrici orbitali sono pressocché coincidenti (figura 7). Una suggestiva spiegazione di questo comportamento è stata proposta da H. Alfvèn mediante l'introduzione del concetto di « corrente a getto ».

Per poter illustrare questo interessante concetto, è bene premettere alcune considerazioni sul moto di una particella di massa m che orbita attorno ad un corpo centrale di massa M_c — m. Si tratta del moto di una piccola massa, che supporremo unitaria, soggetta alla forza centrale newtoniana $G\,M_c/r^2$.

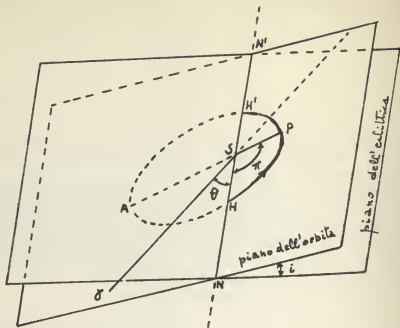



Fig. 7 - Definizione degli elementi orbitali geometrici di un pianeta che compie rivoluzioni attorno al Sole. L'angolo $\gamma SN = \theta$ è la longitudine del nodo ascendente, misurata dal punto vernale γ, e l'angolo NSP (nel piano dell'orbita) $= \pi$ è l'argomento di longitudine del perielio. Gli altri elementi son ben noti ed evidenti.

Come è noto, durante il moto rimane costante il momento angolare unitario

$$\mathbf{C} = \mathbf{r} \times \mathbf{v} \tag{9}$$

in cui $\mathbf{v}$ è il vettore velocità del punto mobile. Il movimento si svolge quindi in un piano perpendicolare a $\mathbf{C}$ e la traiettoria è un'ellisse, di cui il punto fisso O (in cui si trova M_c) è uno dei fuochi.

Il caso più semplice di tale movimento è quello con velocità costante $\mathbf{v}_0$ tangente ad una circonferenza di raggio $\mathbf{r}_0$ anche esso costante. In tal caso la (9) si semplifica, diventando la relazione scalare seguente:

$$C = r_0 \cdot v_0 \qquad (10)$$

La distanza r_0 costante, assegnata la velocità v_0 è fornita dalla relazione

$$r_0 = \frac{G M_c}{v_0^2} \qquad (10)\ \text{bis}$$

mentre C si ottiene da quest'altra relazione

$$C = \sqrt{r_0 G M_c} \qquad (11)$$

Infine, la velocità angolare del moto uniforme diventa

$$\omega_k = v_0 / r_0 \qquad (12)$$

Supponiamo ora di disturbare questo moto circolare uniforme mediante una variazione localizzata, isolata nel tempo, applicata alla particella in un punto qualsiasi della sua traiettoria circolare. Il movimento, allora, si stabilirà su di un'ellisse, pochissimo differente dalla primitiva circonferenza, di cui O diventerà uno dei fuochi. In figura 8 è rappresentata la proiezione della traiettoria ellittica sul piano della circonferenza iniziale, poiché la vera ellisse, percorsa dal punto mobile, è situata in un piano avente una piccola inclinazione i rispetto al piano del moto non disturbato circolare. Sviluppando in dettaglio i calcoli, si dimostra (bibl. 5) che il moto risulta dalla composizione, istante per istante, del moto iniziale circolare uniforme e di tre moti oscillanti, con ampiezze differenti ma identica pulsazione, uguale ad ω_k, fornita dalla (12). Ritornando alla figura 8, assumiamo una terna cartesiana, con origine moventesi sulla circonferenza iniziale con velocità angolare ω_k ed asse z perpendico-

lare al piano della figura. Rispetto a detta terna, se si calcolano le coordinate del punto mobile, si ottengono le seguenti relazioni:

$$\begin{cases} x = -e\,r_0 \cos(\omega_k t - \psi_r) \\ y = 2\,e\,r_0 \operatorname{sen}(\omega_k t - \psi_r) \\ z = i\,r_0 \operatorname{sen}(\omega_k t - \psi_z) \end{cases}$$

in cui e è l'eccentricità dell'ellisse, ψ_r e ψ_z sono costanti arbitrarie, mentre le altre grandezze sono già note. Si osserva che il movimento avviene come se vi fosse un centro di un epiciclo muoventesi con velocità costante sulla circonferenza iniziale; detto epiciclo è di forma ellittica ed è percorso in senso retrogrado; infine è sovrapposto a un moto oscillatorio in direzione perpendicolare al piano della figura 8.

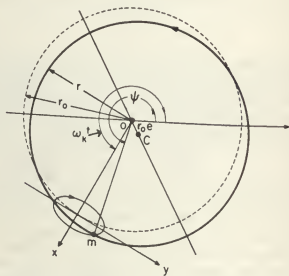



Fig. 8 - Moto ellittico conseguente ad una piccola perturbazione del moto circolare. L'ellisse è rappresentata dal piano della circonferenza iniziale, l'asse z è perpendicolare al foglio.

Premesse queste considerazioni, si supponga che un corpo, per esempio un asteroide, si muova con velocità v_o su un'orbita pressocché circolare di raggio r_o ed emetta particelle in tutte le direzioni, dotate di velocità v. Le particelle emesse nella direzione radiale oscilleranno attorno al corpo con velocità angolare o pulsazione

$$\omega_o = \frac{v_o}{r_o} = \omega_k$$

e con ampiezza x tale che

$$v = \omega_o x$$

e pertanto

$$x = \frac{v}{\omega_o} = \frac{v\, r_o}{v_o}$$

Le particelle emesse nella direzione assiale oscilleranno con identica pulsazione. Invece, quelle emesse nella direzione tangenziale risultano incrementatate, dal punto di vista del momento angolare per unità di massa, talché, invece di $C = v_o r_o$, esse avranno un valore $C' = r_o (v + v_o) > C$. Ricordando la (11) e la (10 bis), il raggio r' che ne risulta sarà, assunto $v \ll v_o$:

$$r' = \frac{r_o^2 v_o^2}{G M_c}\left(1 + \frac{v}{v_o}\right)^2 \cong r_o\left(1 + \frac{2v}{v_c}\right)$$

cioè la particella si disporrà su un'orbita di raggio $r_o - 2x$, oppure $r_o + 2x$, sempre oscillando nelle due direzioni prima dette.

Abbiamo ipotizzato che l'asteroide emetta particelle in tutte le direzioni. Ciò può essere conseguenza di agitazione termica, avendosi in tal caso una velocità media

$$v = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

dove m è la massa della molecola, k la costante di Boltzmann e T la temperatura assoluta. Pertanto il gas sarà confinato entro un solido di forma circa toroidale, avente uno spessore radiale tipico pari a $4x$, che costituisce la corrente a getto. Come esempio numerico, la velocità termica delle molecole di Idrogeno per $T = 300\ ^\circ K$ è dell'ordine di 10^5 cm/sec. Considerando la velocità tangenziale della Terra, $v_o = 30 \times 10^5$ cm/sec, si ottiene

$$\frac{x}{r_o} = \frac{1}{30}$$

La corrente a getto ad una distanza di una unità astronomica avrebbe uno spessore radiale massimo pari a $4x$, cioè a circa 0.134 u. a., cioè a 20 milioni di km.

Le correnti a getto differiscono dagli anelli, che precedono alla formazione dei proto-pianeti nelle teorie sull'origine del sistema solare di tipo laplaciano, per la semplice ragione che il libero cammino medio delle particelle in esse è molto lungo, in confronto con le dimensioni. Inoltre, l'asse medio della corrente a getto non è necessariamente circolare, ma più spesso ellittico, per le ragioni prima viste.

Si introduce una grandezza interessante: il tempo medio tra due collisioni tra particelle costituenti la corrente a getto. Al fine di tenerla unita insieme, questo tempo di collisione deve essere più piccolo della costante di tempo tipica dei processi dispersivi. Tra quest'ultimi è da annoverarsi l'effetto Poynting-Robertson (pressione della luce e delle altre radiazioni solari).

Sicuramente, d'altro canto, la contrazione di una corrente a getto è ragionevolmente prodotta da collisioni anelastiche tra le particelle stesse componenti la corrente. H. Alfvén chiama questo effetto « viscosità ».

Assai importanti sono i fenomeni di interazione tra corrente a getto e grani di materia interplanetaria; occorre cioè studiare che cosa accade se un grano di data massa entra in collisione con una corrente a getto. Nella regione di attraversamento, presto o tardi entrerà in collisione con le particelle costituenti la

corrente a getto stesso. Dopo la collisione, accompagnata solitamente da frammenti causati dall'urto parzialmente distruttivo, ciascuno di questi frammenti si muoverà in una nuova orbita che in generale differisce dall'orbita iniziale del grano. Tutte queste orbite attraverseranno nuovamente la corrente a getto generando altri frammenti e così avanti. Poiché in media le collisioni anelastiche abbasseranno via via la velocità relativa, i frammenti saranno in definitiva catturati dalla corrente a getto; il processo è schematicamente illustrato in figura 9. H. Alfvén ha chiamato questo fenomeno « effetto di focalizzazione », per analogia con quanto accade nei campi elettrici e magnetici ad un piccolo fascio di elettroni.

La cattura dei grani da parte della corrente a getto influisce sensibilmente sulla sua durata in vita. Si è detto in precedenza

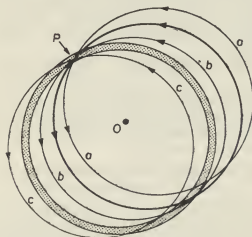



Fig. 9 - Rappresentazione schematica del processo di cattura di particelle materiali da parte di una corrente a getto. L'area tratteggiata è la sezione di una corrente a getto. L'orbita in nero più marcato è quella di un grano incidente al punto *P*. Frammenti dovuti alla collisione percorrono orbite come *a*, *b* e *c*. Dato che questi urti sono anelastici, tutti i frammenti sono alla fine catturati dalla corrente a getto.

che l'effetto focalizzante, ovvero la contrazione che tiene insieme la corrente a getto, è dovuta alla « viscosità ». Se però il tempo si prolunga, le perdite, dovute alle collisioni anelastiche, aumentano riducendo le velocità relative e contemporaneamente facendo crescere il tempo di collisione. Avvenendo ciò, aumentano con il trascorrere del tempo le probabilità di perdita di consistenza della corrente a getto. Se un grande numero di grani entrano in collisione, un temporaneo stato di equilibrio è raggiunto perché le perdite, dovute alle collisioni anelastiche, sono compensate dell'energia cinetica immessa dalle particelle granulari catturate. Superata una fase di equilibrio però, le perdite prevalgono ed il destino finale è spesso un disperdimento della corrente a getto. Sono stati compiuti studi intesi ad indagare la possibile formazione, per accrezione, di embrioni planetari (bibl. 5) nell'interno delle correnti a getto; detti embrioni potrebbero crescere a una dimensione tale da catturare gravitazionalmente le restanti particelle. Sulla plausibilità di questo modello di formazione planetaria sussistono alcune riserve (bibl. 6).

Riassumendo i punti essenziali del concetto di corrente a getto sono:

1) Quando un grande numero di grani si muovono in un campo centrale newtoniano, l'effetto focalizzante di quest'ultimo può condurre alla formazione di corrente a getto. Queste sono tenute insieme dalla « viscosità ».

2) Le correnti a getto hanno una tendenza ad incorporare tutti i grani che entrano in collisione con esse.

3) Probabilmente all'interno della corrente a getto i grani si aggregano in modo da formare embrioni di pianeti.

Ed ora veniamo alla verifica della reale esistenza delle correnti a getto. Sottoponendo tutto l'insieme dei dati esperiti, a riguardo del gruppo di Hirayama, ad una accuratissima analisi effettuata al calcolatore elettronico, Arnold (bibl. 7) ha innanzitutto confermato l'esistenza di tale gruppo di asteroidi (caratterizzato dall'uguaglianza di a, e, i). Inoltre ha identificato ben 7 gruppi con tutti e 5 gli elementi orbitali quasi coincidenti;

ebbene tali gruppi rappresentano la più chiara conferma di altrettante correnti a getto. Arnold li ha indicati con I_1, I_2, ... I_7 e la loro consistenza, cioè il numero dei membri per gruppo, è illustrata nella tabella sottostante.

Gruppo	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
Numero di membri	32	18	18	9	6	10	7

Accettata l'esistenza della corrente a getto, occorre spiegare quale sia il meccanismo di focalizzazione che la tiene insieme. Una pista per ulteriori ricerche è l'indagine su eventuali asteroidi subvisuali. Essi sono asteroidi talmente piccoli da non essere visibili con strumenti d'osservazione usuali. Daltronde è ragionevole supporre che, nell'intera gamma delle dimensioni asteroidali vi sia una dimensione continua sino a giungere a corpi che potrebbero essere chiamati « grani asteroidali ». Quest'ultimi potrebbero essere i protagonisti medianti i loro effetti di « viscosità » della focalizzazione della corrente a getto. Il solo modo per ottenere una conferma di questa ipotesi è quello di inviare apposite sonde spaziali nella fascia asteroidale.

5. Studio degli Asteroidi in rapporto alle ricerche inerenti all'origine del Sistema Solare

Vi è una proprietà notevole del sistema solare illustrata nella figura 10. In detto diagramma è riportata infatti la sua densità attuale in funzione della distanza dal Sole. In altre parole in ascissa compare il raggio orbitale medio di ciascun pianeta, mentre in ordinata è posta la densità di volume ottenuta dividendo la massa di ciascun pianeta (sommata a quella di tutti i pianeti che lo precedono a partire dal Sole), per il volume della sfera avente per raggio quello orbitale medio predetto. Si nota

che la densità, in corrispondenza agli asteroidi, è circa 10^{-5} volte inferiore di quella relativa ai pianeti terrestri e ai pianeti maggiori (Giove e Saturno).

Un'interpretazione di questo dato (bibl. 5) è la seguente: la fascia asteroidale è ciò che rimane di uno stato planetesimale primordiale di un pianeta non formatosi. Pertanto la ragione per cui la materia non si è radunata, in un singolo corpo, è semplicemente l'entità estremamente bassa di densità della materia primordiale ivi condensata. H. Alfvén (bibl. 5) utilizza appunto questo dato d'osservazione per corroborare la sua teoria e al tempo per confutare le teorie monogenetiche che ammettono un disco primordiale, sul piano equatoriale del Sole, assai sottile e a densità costante da cui sarebbero derivati i pianeti. Infatti, sostiene Alfvén, se fosse valida l'ipotesi del disco sottile, il suddetto diagramma dovrebbe decrescere, come una funzione monotona, con l'aumentare della distanza dal Sole.

Questa brusca caduta, in corrispondenza degli asteroidi, non dovrebbe sussistere, anche essendo così localizzata. In alternativa egli postula che i pianeti si formarono non da una nebulosa ma da due.

Una di queste nebulose si formò nella regione dei pianeti terrestri, essendo composta principalmente di grani non volatili (la corretta composizione per la formazione dei pianeti terrestri). L'altra nebulosa occupò la regione ora contenente i pianeti maggiori, essendo composta principalmente di idrogeno (la corretta composizione per i pianeti maggiori).

La teoria di Alfvén fornisce le spiegazioni più soddisfacenti delle principali proprietà del sistema solare; abbonda quindi di notevoli corroborazioni offerte dai dati sperimentali. Vi è peraltro da osservare che l'ipotesi di due nebulose, nel senso prima accennato, non sembra sufficiente a giustificare in pieno un « buco » così isolato, nel diagramma di figura 10, pari a cinque ordini di grandezza. Sorge quindi l'esigenza di una spiegazione ulteriore, più approfondita, all'interno della storia evolutiva del sistema solare.

Lo studio dell'insieme degli asteroidi ha quindi implicazio-

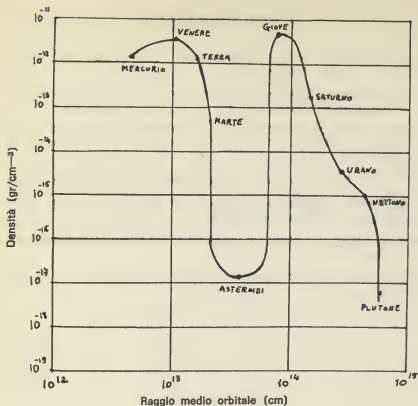



Fig. 10 - Andamento della densità spaziale media all'interno del sistema solare.

ne con i problemi di cosmogonia del sistema solare, oltre a porre altre importanti questioni di astrometria (studio delle orbite di particolari asteroidi) e di astrofisica (ricerche che risulteranno potenziate con l'impiego di sonde spaziali).

Concludendo, si può affermare che lo studio generale degli asteroidi del sistema solare schiude un campo ricchissimo di future ricerche astronomiche.

PROF. ING. VITTORIO BANFI
Libero Docente Politecnico di Torino

BIBLIOGRAFIA

1. V. N. Blanco, S. W. Mc Cluskey: *Basic Physics of the solar system*, Editore Addison - Wesley (1961).

2. J. Schubart: *Long period effects in the motion of Hilda-type planets*, Astron. J. **73**, 99 (1968).

3. G. A. Chebotarev, N. A. Beljaev, R. P. Yerememko: *The evolution of the Hilda-gorup planets and planet Thule*, Bull. Inst. Teor. Astron. **12**, 55 (1970).

4. P. Van de Kamp: *Elements of Astromechanics*, Editore Freeman (1964).

5. H. Alfvén, G. Arrhenius: *Structure and evolutionary history of the solar system*, Editore Reidel (1975).

6. W. M. Napier, R. I. Dodd: *On the origin of the asteroids*, M.N.R.A.S. **166**, 469-489 (1974).

7. J. R. Arnold: *Asteroid families and Jet Streams*, Astron. J. **74**, 1235 (1969).

Insolazione a Pino Torinese

Durante il periodo Novembre 1976 - Ottobre 1977 si è avuto il più basso numero di ore d'insolazione (1684^h.4) che sia stato registrato da quando sono iniziati questi rilevamenti, e cioè dal 1968, se si fa eccezione per l'anno 1971-72, quando si registrarono 1600.1 ore d'insolazione complessive. I mesi più sfavorevoli sono stati il Gennaio, il Maggio e il Giugno (Tabella I).

TABELLA I

Mese		Pino Torinese		St. Barthélemy
		1976-77	1975-76	1976-77
Novembre	1976	102^h.3	94^h.9	127^h.8
Dicembre	»	120 .0	122 .6	121 .1
Gennaio	1977	92 .8	188 .4	109 .8
Febbraio	»	116 .8	92 .3	130 .2
Marzo	»	126 .1	139 .5	154 .1
Aprile	»	181 .0	165. 9	183 .6
Maggio	»	115 .0	263 .2	113 .5
Giugno	»	160 .9	248 .6	163 .8
Luglio	»	231 .6	242 .1	242 .0
Agosto	»	179 .0	181 .3	200 .9
Settembre	»	171 .1	120 .5	230 .0
Ottobre	»	87 .8	94 .5	145 .0
Totali		1684 .4	1953 .8	1921 .8

Nello stesso periodo, a St. Barthélemy, secondo i dati raccolti dal sig. Clemente Fillietroz, che qui ancora una volta ringraziamo, si sono avute 1921.8 ore d'insolazione, ed anche que-

sto è il valore più basso di tutti i nove anni, inferiore anche al valore del periodo 1971-72. Il rapporto tra St. Barthélemy e Pino Torinese è stato quest'anno 1.14, e cioè quasi uguale al rapporto medio tra queste due stazioni (1.15).

Il quadro generale dei dati annui è riportato nella Tabella II, ove si è corretto il dato relativo all'insolazione di St. Barthélemy relativa all'anno 1969-70 ($2213^h.7$ invece di $1986^h.6$) e il relativo rapporto rispetto a Pino Torinese (1.13 invece di 1.02), risultando un R medio uguale a 1.15, invece di 1.14. La figura riporta in

TABELLA II

Anno	Pino Torinese	St. Barthélemy	Rapporto
1968-69	$1719^h.4$	$2057^h.8$	1.20
1969-70	1954 .1	2213 .7	1.13
1970-71	1887 .0	2280 .9	1.21
1971-72	1600 .1	1957 .3	1.22
1972-73	1913 .3	2215 .7	1.16
1973-74	1898 .9	2060 .8	1.08
1974-75	1943 .7	2118 .2	1.09
1975-76	1953 .8	2201 .6	1.13
1976-77	1684 .4	1921 .8	1.14
Media	1839 .4	2089 .0	1.15

istogramma la ripartizione delle giornate a seconda della insolazione percentuale rispetto alla massima teorica, da 0 (coperto) a più dell'80% (sereno). Nel periodo cui si riferisce la presente relazione si sono avuti ben 106 giorni coperti (96 nei dodici mesi precedenti) e soltanto 47 giorni sereni (65 nei dodici mesi precedenti).

Da un'analisi preliminare dei dati eliofanografici finora raccolti a Pino Torinese ed a St. Barthélemy (9 anni), risultano le seguenti medie mensili (Tabella III):

1-XI-76 31-X-77
0
1-10
11-20
21-30
31-40
41-50
51-60
61-70
71-80
> 80

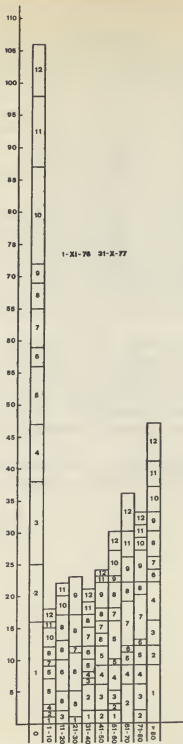



TABELLA III

Mese	Pino Torinese		St. Barthélemy		R
	ore	%	ore	%	
Gennaio	106.1	37.2	124.8	43.4	1.17
Febbraio	121.3	41.6	127.3	43.9	1.05
Marzo	119.5	32.3	153.1	42.8	1.32
Aprile	163.0	40.2	182.4	45.6	1.13
Maggio	178.4	38.7	180.0	38.6	1.00
Giugno	194.4	41.6	216.2	46.2	1.11
Luglio	243.8	51.6	264.3	56.0	1.08
Agosto	191.6	44.0	215.5	49 0	1.11
Settembre	138.5	36.9	195.6	52.7	1.43
Ottobre	147 8	43.5	174.5	49.6	1.14
Novembre	111.1	38.8	136.6	48.5	1.25
Dicembre	123.7	45.2	143.9	54.7	1.21
Anno	1839.4	41.2	2114.2	47.6	1.16 (1.125)

I valori relativi al Marzo ed al Settembre sono da considerare anormali, per la presenza di un grosso abete in direzione Est rispetto all'eliofanografo di Pino. Senza questi due valori, il rapporto medio tra St. Barthélemy e Pino T. si riduce a 1.125. Da notare che neanche l'orizzonte di St. Barthélemy è completamente libero, per la presenza di montagne sia ad Est che ad Ovest.

Un esame più dettagliato si farà l'anno prossimo, quando saranno disponibili dieci anni di osservazioni parallele.

A. Di Battista
M. G. Fracastoro

RINGRAZIAMENTO

ALLE SPESE DI PUBBLICAZIONE DI QUESTO ANNUARIO
HANNO GENEROSAMENTE CONTRIBUITO
L'ISTITUTO BANCARIO SAN PAOLO DI TORINO
E LA CASSA DI RISPARMIO DI TORINO.
AD ESSI SIAMO LIETI DI ESPRIMERE
IL NOSTRO VIVO RINGRAZIAMENTO.

INDICE